

Digitized by the Internet Archive
in 2022 with funding from
Kahle/Austin Foundation

Arbeiten
aus dem
Psychologischen Institut
der
Universität München

Ergänzungsband 1

R. Pauli

Psychologisches Praktikum.

Leitfaden für experimentell-psychologische Übungen.
Vierte, verbesserte und vermehrte Auflage. Jena 1930.

Die Aufnahme dieses Buches in die „Arbeiten aus dem
Psychologischen Institut der Universität München“ wurde
ermöglicht durch die Mittel der Nordhoff-Jung-Stiftung.

PSYCHOLOGISCHES PRAKTIKUM

LEITFADEN FÜR EXPERIMENTELLE
PSYCHOLOGISCHE ÜBUNGEN

VON

DR. R. PAULI

A. O. PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

VIERTE, VERBESSERTE UND VERMEHRTE AUFLAGE

MIT 100 ABBILDUNGEN IM TEXT UND 5 TAFELN



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1930

Alle Rechte vorbehalten
Printed in Germany

Druck von Ant. Kämpfe in Jena

Herrn Geheimrat M. v. Frey
in Verehrung und Dankbarkeit
gewidmet.

Aus dem Vorwort zur ersten, zweiten und zur dritten Auflage.

Für jede Naturwissenschaft bedeutet das Praktikum neben der Vorlesung den wichtigsten Unterrichtszweig. Die gegenwärtige Psychologie hat sich seit der Vervollkommenung ihrer Methode etwas Ähnliches geschaffen in Gestalt der „Einführungskurse in die experimentelle Psychologie“. Freilich bleiben sie mehr oder weniger hinter ihrem Vorbilde zurück, woran u. a. die geringe Stundenzahl in der Woche (meist nur zwei) schuld ist. Dazu kommt — wenigstens für das deutsche Sprachgebiet — der Mangel eines geeigneten Leitfadens für solche Übungen, wie ihn andere Wissenschaften längst besitzen. Er könnte dem Leiter wie dem Mitglied des Kurses viel kostbare Zeit sparen und dem letzteren manche Ergänzung sowie weitergehende Anregungen bieten.

Das vorliegende Buch macht den Versuch, diesem Mangel abzuhelpfen. Angesichts der besonderen Zwecke, die es erfüllen soll, erscheint es nicht überflüssig, die Gesichtspunkte darzulegen, die für seine Ausgestaltung maßgebend waren.

Die Auswahl des Stoffes geschah in der Absicht, zunächst nur die wichtigsten, anerkannten Tatsachen zu bringen, schon um den Umfang in den richtigen Grenzen zu halten und damit die leichte Übersehbarkeit zu gewährleisten.

Anders verhält es sich mit den Methoden: hier kann und soll eine gewisse Vollständigkeit angestrebt werden; denn die Frage nach der Methode ist immer noch eine, wenn nicht die Grundfrage der Psychologie. Und gerade das Praktikum hat den Zweck, seine Teilnehmer mit den methodischen Einzelheiten, die eine Vorlesung nicht zu geben vermag, bekannt und vertraut zu machen.

Die Anlage des Buches im einzelnen ist gleichfalls durch seinen besonderen Zweck bestimmt. Die verschiedenen Aufgaben sind locker unter bestimmte Stichworte geordnet; einen strengen Zusammenhang herzustellen, den die Praxis doch zerreißt, hätte wenig Vorteil gebracht und ist in erster Linie Sache des Lehrbuches.

Die ungleichmäßige Ausführlichkeit bei der Behandlung der verschiedenen Versuche ist beabsichtigt: Dem Anfänger soll die erste Arbeit möglichst leicht gemacht, dem Fortgeschrittenen das Beispiel geschlossener Untersuchung geboten und weiterhin der Weg zu selbständigen Versuchen gewiesen werden.

Die Vordrucke sind beigegeben in der Überzeugung, daß jede Aufgabe, wenn irgend möglich, ein klar zu überschauendes, wirklich verwertbares Ergebnis haben muß. Nichts wirkt nachteiliger auf den Anfänger als das Fehlen eines greifbaren Resultates.

Um rein äußerliches Arbeiten zu verhüten, sind den Versuchsanweisungen kurze allgemeine Abschnitte vorangeschickt, die hier und da auch eine Ergänzung zu den Versuchen bieten, in keinem Falle aber ein Lehrbuch oder die Vorlesung ersetzen sollen. Sie stellen lediglich die allernotwendigste Orientierung und eine Anregung zu weiterem Nachdenken über die Bedeutung der gemachten Beobachtungen dar.

Den besonderen Zwecken von Übungsversuchen entsprechend, ist Wert auf die Beschreibung möglichst einfacher Apparate und Anordnungen gelegt. Es sind ferner verschiedene neue Vorrichtungen angegeben worden, die bei einfacher Konstruktion zum Teil mehrfache Verwendungsmöglichkeiten besitzen.

So viel über die besondere Anlage dieses Leitfadens.

Es ist klar, daß ein Versuch wie der vorliegende mannigfache Unvollkommenheiten aufweist. Alle, die das angestrebte Ziel gutheißen, sind gebeten, durch Hinweise auf Mängel und Lücken deren Beseitigung zu erleichtern.

Im ganzen ist der Umfang des Buches nur mäßig erweitert; denn in seinem Plane liegt es, nicht einen möglichst vollständigen, sondern einen möglichst zweckmäßig ausgewählten Inhalt zu bringen. Dabei ist neben dem Psychologen und Philosophen auch an den Pädagogen und den Arzt, kurz an die angewandte Psychologie im weitesten Sinne des Wortes gedacht. Durch eine streng sachliche Darstellung der grundlegenden Methoden und Tatsachen soll mehr und mehr eine einheitliche Grundlage und ein gesicherter Ausgangspunkt für alle Forschungsrichtungen und Anwendungsgebiete geschaffen werden.

Um dem wachsenden Stoffe mehr inneren Zusammenhang zu geben, sind an den Schluß der meisten Versuche Verweise gestellt, die auf verwandte Tatsachen, Methoden oder theoretische Gesichtspunkte aufmerksam machen: so z. B. bei der Bestimmung der oberen Hörschwelle, die nur als Einzelfall einer immer wiederkehrenden Fragestellung in der Psychologie aufzufassen ist. Es soll auf dem Wege eine Anleitung gegeben werden zur selbständigen Weiterverarbeitung der Versuche und ihrer Ergebnisse. Denn diese werden erst voll und ganz fruchtbar, wenn es gelingt, sie in größeren Zusammenhängen zu betrachten und aus der Mannigfaltigkeit von Einzelheiten allgemeine Gesichtspunkte nach der Übereinstimmung und Verschiedenheit herauszuarbeiten. Ein Lehrbuch hat sie fertig zu bieten, das Praktikum will nur dazu hinführen und das Suchen und Finden dem Leser selbst überlassen. — Gerade weil die Absicht des Buches dahingeht, den Übergang zu selbständiger Arbeit zu vermitteln, haben auch die Quellennachweise eine starke Vermehrung erfahren.

Vorwort zur vierten Auflage.

Die vorliegende Auflage stellt eine weitgehende Umarbeitung des Psychologischen Praktikums dar, die sich auf fast alle Teile des Buches erstreckt. Abgesehen von vielfachen Zusätzen und Erweiterungen im einzelnen, ist eine Reihe von Aufgaben auf Grund mehrjähriger Erfahrung ausgestaltet worden.

Neu aufgenommen sind Beobachtungen über die Schmerzarten, die Vibrationsempfindungen sowie das negative Bewegungsnachbild. Dazu kommen Störungsversuche und neuere Untersuchungen zur Begriffsbildung. Bei der Gefühlspsychologie wurde die Abhängigkeit zwischen Reizstärke und Gefühlsbetonung, dazu das Erlebnis des Ekels berücksichtigt. Endlich sind in diesem Zusammenhange Geschicklichkeitsprüfungen und Schwierigkeitsbestimmungen, überhaupt eine stärkere Heranziehung der Testpsychologie zu nennen. Im ganzen kennzeichnet die stärkere Betonung der höheren Bewußtseinserscheinungen die neue Auflage: entsprechend dem gegenwärtigen Zuge der Forschung.

Um Mißverständnissen vorzubeugen, sei bemerkt, daß die allgemeinen und theoretischen Ausführungen, die den Versuchen beigegeben sind, keinen Anspruch auf lehrbuchmäßige Vollständigkeit und Geschlossenheit machen, daß sie auch nicht den Standpunkt des Verfassers wiedergeben sollen. Sie sind lediglich bestimmt, Anregungen zu liefern und so rein äußerliches Arbeiten zu verhüten.

Wie früher so sind auch diesmal Apparate und Versuchsanordnungen, die von Institutsmechaniker Karl Mahler, München, Adalbertstr. 31 bezogen werden können, mit (M) bezeichnet.

Seit der letzten Auflage sind zwei Werke erschienen, die in besonderem Maße zur Ergänzung des vorliegenden geeignet erscheinen:

Fr. Giese, Psychotechnisches Praktikum. Halle 1923.

P. Lazarsfeld, Statistisches Praktikum für Psychologen und Lehrer. Jena 1929.

Vor allem der Leser, der sich mit angewandter Psychologie beschäftigen will, wird zu diesen beiden Büchern greifen.

München, im Herbst 1930.

R. Pauli.

Inhalt.

§ 1. Einleitung.

| | | |
|------|---|-------|
| | | Seite |
| I. | Von den Prinzipien der Psychologie | 1 |
| II. | Allgemeine psychologische Methodik | 3 |
| | 1. Von den Formen der Beobachtung in der Psychologie. 2. Von der experimentell-psychologischen Beobachtung und ihren Hilfsmitteln. 3. Einteilung der psychologischen Versuche. 4. Regeln für psychologische Übungsversuche. | |
| III. | Von den Arten und Einteilungen der Bewußtseinsvorgänge | 25 |

§ 2. Psychophysik.

| | | |
|------|--|-------|
| | | Seite |
| I. | Allgemeines | 29 |
| | 1. Die psychophysischen Aufgaben. 2. Die psychophysischen Methoden. 3. Formeln. 4. Das Weber'sche und das Fechner'sche Gesetz. | |
| II. | Bestimmung der oberen Hörschwelle nach der Grenzmethode. | 37 |
| III. | Bestimmung der oberen Unterschiedswelle für Druckempfindungen nach dem Konstanzverfahren | 38 |
| | I. Vorversuch. 2. Hauptversuch. | |
| IV. | Bestimmung gleichwertig erscheinender Reize und Reizunterschiede nach dem Herstellungsverfahren | 44 |
| V. | Der Proportionsvergleich | 45 |
| VI. | Versuche mit einer Anordnung für verschiedene psychophysische Aufgaben | 47 |
| VII. | Vergleichende Versuche nach verschiedenen psychophysischen Methoden . | 48 |

§ 3. Haut-, Lage- und Bewegungsempfindungen.

| | | |
|-------|--|-------|
| | | Seite |
| I. | Allgemeines | 49 |
| | 1. Grundbegriffe der Empfindungslehre. 2. Allgemeines über die Haut- und kinästhetischen Empfindungen. | |
| II. | Bestimmung von Warm-, Kalt- und Druckpunkten | 52 |
| III. | Elektrische Reizung der Hautnerven | 54 |
| IV. | Der 3-Schalenversuch | 55 |
| V. | Der Meißner'sche Versuch | 55 |
| VI. | Die Einwirkung zweier Druckreize aufeinander; die Raumschwelle | 56 |
| | 1. Die Abstumpfung. 2. Die Verstärkung. 3. Die Anziehung. 4. Die Raumschwelle. 5. Theorie. | |
| VII. | Nachweis verschiedener Schmerzqualitäten | 59 |
| VIII. | Beobachtung von Vibrationsempfindungen | 59 |
| IX. | Der Kraftsinn und sein Nachweis | 60 |
| X. | Versuche zur Auffassung von Bewegung und Lage des Körpers | 62 |

§ 4. Geruchs- und Geschmacksempfindungen.

| | | |
|-----|---|-------|
| | | Seite |
| I. | Allgemeines | 63 |
| | 1. Vom Geruchsinn. 2. Vom Geschmacksinn. | |
| II. | Einteilung der Geruchsqualitäten; Geruchsadaptation | 64 |

| | Seite |
|--|-------|
| III. Aufhebung und Mischung von Gerüchen | 65 |
| IV. Der laugige Geruch; Versuche mit Natronlauge | 66 |
| 1. Trennung von Geruchs- und Geschmacksempfindung. 2. Schwellenbestimmungen. 3. Empfindungsqualität und chemische Konstitution des Reizes. | |
| V. Versuche mit Chloroform | 67 |
| VI. Mechanische Reizung von Geschmacksknospen | 67 |
| VII. Geschmackskontrast | 67 |
| VIII. Geschmacksgleichungen | 67 |

§ 5. Gehörsempfindungen.

| | |
|---|----|
| I. Allgemeines | 69 |
| II. Herstellung reiner Töne; Klangfarbe | 70 |
| III. Die Oktavenähnlichkeit | 71 |
| IV. Vokalversuche | 72 |
| V. Zerlegung von Klängen mittels des Resonators | 72 |
| VI. Die Unterschiedsempfindlichkeit bei Tönen | 73 |
| VII. Ton- und Geräuschempfindung | 75 |
| VIII. Die Einwirkung von Gehörreizen aufeinander: Verschmelzung (Konsonanz und Dissonanz) | 75 |

§ 6. Lichtempfindungen.

| | |
|--|----|
| I. Allgemeines | 77 |
| 1. Das System der Lichtempfindungen. 2. Von den Farbentheorien. | |
| II. Lichtmischungen | 80 |
| III. Kontrastversuche | 83 |
| 1. Florkontrast. 2. Spiegelkontrast. 3. Quantitative Bestimmung der Kontrastfarbe. 4. Widerlegung der psychologischen Kontrasttheorie. | |
| IV. Nachbilder | 85 |
| 1. Beobachtung des primären positiven Nachbildes; Bestimmung seiner Dauer. 2. Das negative Nachbild. | |
| V. Das periphere Farbensehen | 86 |
| VI. Die Farbenblindheit und ihr Nachweis | 87 |
| VII. Das Purkinje'sche Phänomen | 88 |
| VIII. Der Verschmelzungsvorgang; Photometrie | 89 |
| 1. Bestimmung der Verschmelzungshelligkeit. 2. Bestimmung der kritischen Geschwindigkeit für verschiedene Reizstärken. | |
| IX. Der Farbensinn von Tieren | 92 |
| 1. Allgemeines über die Methoden. 2. Versuche nach der phototaktischen Methode. | |

§ 7. Die Wahrnehmung.

| | |
|---|----|
| I. Allgemeines über die Wahrnehmung | 95 |
| II. Die Erscheinungsweisen der Farben | 95 |
| 1. Übersicht über die verschiedenen Erscheinungsweisen. 2. Die Zurückführung der Erscheinungsweisen auf Flächenfarben. 3. Die Zweidimensionalität der Schwarz-Weißreihe bei Oberflächenfarben. 4. Nachweis der Gedächtnisfarben. | |
| III. Leseversuche | 99 |
| 1. Bestimmung der tachistoskopischen Leseleistung bei sinnlosem und sinnvollem Material; Lesezeiten. 2. Bestimmung der Anzahl von Buchstaben, die bei ruhendem Blick deutlich wahrgenommen werden. 3. Lesen an der Erkennbarkeitsgrenze von Buchstaben. | |

§ 8. Die Raumannschauung; Gestalt- und Bewegungssehen.

| | Seite |
|---|-------|
| I. Allgemeines | 104 |
| 1. Übersicht über die hauptsächlichsten Fragen der optischen Raumwahrnehmung. 2. Zur Theorie der Raumannschauung. | |
| II. Versuche zu Ortsauffassung von Gesichtseindrücken | 106 |
| 1. Punktschwanken. 2. Das Gesetz von den identischen Sehrichtungen. | |
| III. Doppelbilder | 108 |
| IV. Das Tiefensehen | 110 |
| 1. Das zweiäugige Tiefensehen und das Stereoskop. 2. Das einäugige Tiefensehen. 3. Erfahrungsmotive des Tiefensehens. | |
| V. Die Sehschärfe | 114 |
| VI. Beobachtungen zur Gestaltauflassung | 118 |
| VII. Versuche zur Größenwahrnehmung | 118 |
| VIII. Die geometrisch-optischen Täuschungen | 120 |
| 1. Analyse und quantitative Bestimmung der Müller-Lyer'schen Täuschung. 2. Das Wesen der Müller-Lyer'schen Täuschung. 3. Weitere Versuche mit geometrisch-optischen Täuschungen. 4. Täuschungen im Gebiete des Tastraumes. | |
| IX. Das Sehen von Bewegungen | 126 |
| 1. Das Sehen von wirklicher und scheinbarer Bewegung. 2. Versuch über die Bedeutung der Aufhellungsrichtung. 3. Scheinbare Bewegung und Fixationspunkt. 4. Der Tunnelversuch. 5. Beobachtung weiterer Bewegungstäuschungen. 6. Das negative Bewegungsnachbild. 7. Die unerschwellige Bewegungsunterbrechung. 8. Die Bedeutung der unerschwelligen Bewegungsunterbrechung und der Spaltbilderversuche; Stroboskop und Kinematograph. | |

§ 9. Die Zeitauffassung.

| | |
|--|-----|
| I. Allgemeines | 134 |
| 1. Vom Zeitsinn. 2. Der Zeitsinnapparat. | |
| II. Die Unterschiedsempfindlichkeit für ausgefüllte Zeitstrecken | 135 |
| III. Anordnung für leere Zeitstrecken | 138 |
| IV. Bestimmung der Zeitschwelle für kurzdauernde Lichtreize | 139 |
| V. Versuche über den Einfluß verschiedener Faktoren auf die Zeitschwelle | 142 |
| VI. Rhythmusversuche | 142 |
| 1. Subjektiver Rhythmus. 2. Objektiver Rhythmus. | |

§ 10. Die Enge des Bewußtseins, Aufmerksamkeit und Denken.

| | |
|---|-----|
| I. Allgemeines | 147 |
| 1. Über die Enge des Bewußtseins und die Aufmerksamkeit. 2. Über das Denken. 3. Die Intelligenz und ihre Prüfung. | |
| II. Versuche über den Umfang des Bewußtseins | 153 |
| III. Versuche über die Enge des Bewußtseins | 155 |
| IV. Versuche zur Messung der Geschwindigkeit der Aufmerksamkeitswanderung | 160 |
| V. Störungsversuche | 161 |
| VI. Abstraktionsversuche | 163 |
| VII. Versuche mit gebundenen Assoziationen nach der Methode der systematischen Selbstbeobachtung | 165 |
| VIII. Versuche zur Begriffsbildung | 167 |
| 1. Versuche nach dem Suchverfahren. 2. Versuche nach der Methode der Wortpaare. | |

§ 11. Gedächtnis und Phantasie.

| | Seite |
|--|-------|
| I. Allgemeines | 170 |
| 1. Grundbegriffe. 2. Methodik. | |
| II. Versuche über den Einfluß der Lernbedingungen nach der Treffermethode | 177 |
| III. Versuche über die Beschaffenheit des Lernstoffes nach der Methode der behaltenen Glieder | 180 |
| IV. Versuche über den Einfluß der Zwischenzeit nach der Ersparnismethode . | 181 |
| 1. Einfluß der Dauer. 2. Einfluß der Ausfüllung. | |
| V. Versuche über den Einfluß der individuellen Unterschiede nach der Methode der Hilfen und der Methode der Gedächtnisspanne | 182 |
| VI. Versuche nach der Methode der Wiedererkennung; sonstige Versuchsmöglichkeiten | 183 |
| VII. Assoziationsversuche | 187 |
| VIII. Versuche aus dem Gebiete des logischen Gedächtnisses | 188 |
| 1. Versuche mit Gedankenpaaren. 2. Ergänzungsversuche. | |
| IX. Massenversuche nach der Kombinationsmethode | 190 |

§ 12. Die Gefühle.

| | |
|--|-----|
| I. Allgemeines | 192 |
| 1. Von den Kriterien der Gefühle. 2. Von den Arten der Gefühle. 3. Von den Methoden. 4. Von den Gefühlstheorien. | |
| II. Gefühlston und Empfindungsstärke | 194 |
| III. Bestimmung der Wohlgefälligkeit von Farben | 197 |
| 1. Die Methode der Wahl (Massenversuche). Die Methode der paarweisen Vergleichung. | |
| IV. Untersuchung des Ekelerlebnisses | 198 |
| V. Die Aufzeichnung von Puls und Atmung bei Gemütsbewegungen (Ausdrucksmethode) | 199 |
| VI. Massenversuche zur Erinnerung von Gefühlen | 203 |

§ 13. Der Wille; Psychophysik der Arbeit.

| | |
|--|-----|
| I. Allgemeines | 206 |
| 1. Über den Begriff des Wollens. 2. Von den Methoden der Willensforschung. 3. Von der Theorie des Wollens. | |
| II. Reaktionsversuche | 207 |
| III. Perlenreihversuch; Geschicklichkeitsprüfung | 212 |
| IV. Versuche mit dem Ergographen | 213 |
| V. Die Arbeitskurve; quantitativer Nachweis der Ermüdung | 214 |
| VI. Versuche über den Einfluß verschiedener Narkotika | 218 |
| VII. Schwierigkeitsbestimmung von Leistungen | 219 |
| 1. Methoden der Schwierigkeitsbestimmung. 2. Schwierigkeitsbestimmung bei einfachsten Additionen. | |
| VIII. Beispiele für Korrelationsrechnung (Massenversuche) | 220 |
| 1. Allgemeines über die Korrelationsrechnung; Formeln. 2. Massenversuche zur Materialgewinnung. | |

§ 14. Traum und Hypnose.

| | |
|---|-----|
| I. Über die Beobachtung und Verwertung von Träumen | 225 |
| 1. Über die Traumbeobachtung. 2. Aufgabe über die Verwertung von Traumbeobachtungen. 3. Beziehungen zu geistigen Störungen; Meskalinversuche. | |
| II. Versuche zur posthypnotischen Amnesie | 229 |
| Namenverzeichnis | 232 |
| Stichwortverzeichnis | 234 |

§ 1. Einleitung.

I. Von den Prinzipien der Psychologie.

Die Psychologie ist die Wissenschaft von den subjektiven Lebensvorgängen, die gesetzmäßig mit den objektiven, d. h. den chemisch-physikalischen verknüpft sind.

Diese Begriffsbestimmung kennzeichnet die Psychologie als eine Erfahrungswissenschaft, deren Aufgabe die kürzeste und vollständige Beschreibung von Vorgängen nach Beschaffenheit und Verlauf ist. Sie schließt vier grundlegende Feststellungen in sich, die als Prinzipien der Psychologie anzusehen sind:

1. Das Prinzip des Geschehens:

Gegenstand der Psychologie bildet nicht ein beharrendes Etwas, sondern eine Gesamtheit von Vorgängen, ein Geschehen.

2. Das Prinzip des Lebens oder des Organischen:

Diese Vorgänge bestimmen sich zunächst dadurch näher, daß sie den Lebenserscheinungen zugehören und nicht dem Geschehen in der unbelebten Natur. Demnach besitzen sie die Kennzeichen von Lebenserscheinungen: Bindung an eine Einheit in Gestalt des Individuums, insofern Abhängigkeit der Vorgänge untereinander, die das Organische kennzeichnet; individuelle Eigentümlichkeit: onto- und phylogenetische Entwicklung, damit Anpassung und Vererbung; Zustände des Wachens und Schlafens, der Gesundheit und Krankheit; Erscheinungen der Zweckmäßigkeit usw.

3. Das Prinzip der Subjektivität:

Die Vorgänge, mit denen es die Psychologie zu tun hat, unterscheiden sich weiter von den chemisch-physikalischen Lebensvorgängen dadurch, daß sie anders als diese in der Erfahrung gegeben sind. Nur durch das Mittel der Sinneswahrnehmung, also nur indirekt erhält der Naturwissenschaftler Kenntnis von den Tatsachen seines Gebietes. Ihm ist die Wahrnehmung lediglich ein Zeichen für die dahinterstehende Wirklichkeit, die er erforschen will: Ein Farbeindruck, Rot z. B., bedeutet für ihn das Vorhandensein von Ätherschwingungen bestimmter Wellenlänge. Für den Psychologen dagegen ist die Empfindung Rot als solche der eigentliche Gegenstand, der demnach unmittelbar von dem Träger, dem Subjekt, aber auch nur von diesem, erfaßt werden kann (Einmaligkeit der psychologischen oder inneren Erfahrung). Die Bezeichnung „subjektiv“ für solche Vorgänge faßt die Unmittelbarkeit und Einmaligkeit zusammen. Man nennt sie auch kurz „Erlebnisse“ oder „Innenzustände“, wobei zu ergänzen ist: des Subjektes.

Die Gesamtheit der subjektiven Vorgänge wird durch den Namen „Bewußtsein“ bezeichnet. Man spricht in diesem Sinne von Bewußtseinsvorgängen oder Bewußtseinsinhalten bzw. -erscheinungen.

4. Das Prinzip der gesetzmäßigen Verknüpfung:

Die subjektiven Lebensvorgänge kommen nicht rein für sich vor, sondern nur in Verbindung mit objektiven Lebensprozessen; derart, daß eine gesetzmäßige Abhängigkeit zwischen beiden besteht.

Die vier Prinzipien sind die allgemeinsten Tatsachen, mit denen die Psychologie zu rechnen hat; sie sind verwirklicht bei jeder einzelnen Beobachtung und beeinflussen Fragestellung wie Verfahren bei den Untersuchungen, als deren Voraussetzung sie gelten können: Das erste Prinzip bringt eine bestimmte Eigentümlichkeit der psychologischen Erfahrung mit sich, nämlich ihre zeitliche Gebundenheit: Die Beobachtung muß sich nach dem veränderlichen Wesen ihres Gegenstandes richten. Sodann erwachsen der Psychologie aus der zeitlichen Eigenart der Untersuchungsgegenstände bestimmte Aufgaben. Dahin gehören besonders die Beschreibung des Verlaufes von jedem Vorgange sowie die des Zusammenbestehens und der Aufeinanderfolge verschiedener Prozesse in ihrer Regelmäßigkeit. — Das Prinzip des Organischen bestimmt ebenfalls Weg und Richtung einer jeden Untersuchung in mehrfacher Hinsicht; es schließt z. B. die Berücksichtigung von verschiedenen Zuständen des Individuums sowie von Unterschieden innerhalb der Individuen in sich. — Der subjektive Charakter der psychischen Vorgänge, den das dritte Prinzip festlegt, führt zu der Grundmethode der Psychologie, zur Selbstbeobachtung, hin: vgl. den folgenden Abschnitt. — Das Abhängigkeitsprinzip erklärt, wie angesichts der Subjektivität des Gegenstandes ein objektiver Ausdruck dafür und so eine Wissenschaft von den subjektiven Vorgängen überhaupt möglich wird. Weiter ergibt sich daraus die grundlegende methodische Unterscheidung einer unmittelbaren und einer mittelbaren Erfassung der Bewußtseinsvorgänge in der Erfahrung. Die letztere hat zur Voraussetzung, daß die Bedeutung der objektiven Vorgänge für die Erkenntnis der subjektiven im einzelnen ermittelt wird. Mit anderen Worten: Die Frage nach der Zeichenfunktion der körperlichen Erscheinungen ist darin eingeschlossen, eine Frage, von deren Beantwortung die Erkenntnis fremder Bewußtseinsvorgänge abhängt. Man sieht, daß die Prinzipien der Psychologie für die Methodik von besonderer Wichtigkeit sind.

J. Lindworsky, Theoretische Psychologie im Umriß. Leipzig 1926.

R. Pauli, Einführung in die experimentelle Psychologie. Leipzig 1927.

Bringt nähere Ausführungen zu diesem Abschnitte.

W. Blumenfeld, Zur kritischen Grundlegung der Psychologie. Schriften d. Kantgesellschaft, Nr. 25. Berlin 1920.

A. Phalén, Zur Bestimmung des Begriffs des Psychischen. Leipzig 1914.

Eine umfassend angelegte Einzeluntersuchung.

W. Wundt, Logik, Bd. 3. Stuttgart 1906.

In einem besonderen Abschnitte wird die Logik der Psychologie einschließlich der Prinzipien behandelt.

L. Binswanger, Einführung in die Probleme der allgemeinen Psychologie. Berlin 1922.

O. Külpe, Einleitung in die Philosophie. 12. Aufl., herausgeg. von A. Messer, Leipzig 1928.

In dem Abschnitt: „Die psychologischen Richtungen in der Metaphysik“ werden die letzten Fragen der Psychologie behandelt. Auch über das Problem des Verhältnisses von Leib und Seele findet sich Näheres in dem Buche, das überall ausführliche Literaturnachweise bringt.

E. Becher, Gehirn und Seele. Heidelberg 1911.

Sonderbearbeitung dieser Frage unter Berücksichtigung aller einschlägigen Tatsachen. Bau und Funktionen des Nervensystems werden eingehend behandelt.

J. Geyser, Lehrbuch der allgemeinen Psychologie. 2 Bde. 3. Aufl. Münster 1920. Der erste Band behandelt die hierhergehörigen allgemeinen Fragen.

II. Allgemeine psychologische Methodik.

1. Von den Formen der Beobachtung in der Psychologie.

Die Methode einer Wissenschaft hängt von der Beschaffenheit ihres Gegenstandes ab. In der Psychologie ist vorzugsweise der subjektive Charakter der zu untersuchenden Tatsachen für die Gestaltung der Methode maßgebend. Nur einer einzigen Person, dem erlebenden Individuum, sind diese Tatsachen unmittelbar zugänglich: durch keine Beschreibung kann dem geborenen Farbenblinden eine Kenntnis der Rotempfindung vermittelt werden, wie sie jeder Farbentüchtige besitzt. Daraus folgt, daß jeder Psychologe in erster Linie auf seine eigenen Erlebnisse angewiesen ist. In diesem Sinne ist die Selbstbeobachtung die Grundlage aller auf Erfahrung beruhenden Psychologie. Sie ist als Methode unersetzlich. Selbstbeobachtung liegt vor, wenn die Innenzustände erlebt oder nachträglich vergegenwärtigt werden unter dem Gesichtspunkte ihrer Feststellung als subjektiver Tatsachen. Je nach dem zeitlichen Verhältnis, in dem sie zu den zu beschreibenden Vorgängen steht, unterscheidet man zwei Arten:

1. Die Selbstbeobachtung im engeren Sinne des Wortes erfolgt während des Ablaufes dieser Prozesse, z. B. bei Empfindungen, wobei die Frage strenger Gleichzeitigkeit bzw. eines möglichen schnellen Wechsels offen bleiben soll.

2. Die rückschauende Selbstbeobachtung erfaßt die Erlebnisse, Denk- und Gefühlsverläufe etwa, erst nach ihrem Abschluß, allerdings unmittelbar danach.

Neben der Selbstbeobachtung, die auch Selbstwahrnehmung oder innere Wahrnehmung oder Erlebnisbeobachtung genannt wird, ermöglicht der gesetzmäßige Zusammenhang zwischen objektiven und subjektiven Lebensvorgängen noch einen zweiten, mittelbaren Zugang zu dem Psychischen. Wenn ein Geschehen der ersten Art — eine Muskelzuckung z. B. — beobachtet wird, so läßt sich auf Grund dieser Wahrnehmung ein Rückschluß auf das damit verknüpfte, fremde Bewußtseinsgeschehen ziehen; entsprechend dem naturwissenschaftlichen Verfahren wird also aus bestimmten Empfindungskomplexen eine davon verschiedene Wirklichkeit erschlossen. Voraussetzung dabei ist, daß die Beziehung zwischen objektiver und subjektiver Erscheinung, also zwischen Zuckung und Schmerzempfindung etwa, bekannt ist. Diese Bedingung wird erfüllt wiederum durch die eigene Erfahrung, die Selbstbeobachtung, ohne die jenes mittelbare Verfahren demnach nicht möglich wäre. Sie beruht, logisch genommen, auf einem Analogieschluß: ausgehend von eigenen Erlebnissen wird auf fremde geschlossen. Von der Eindeutigkeit des Zusammenhanges zwischen dem Objektiven und Subjektiven hängen Sicherheit und Erkenntniswert dieses Verfahrens ab. Da diese Bedingung nicht durchgängig erfüllt ist, so erhellt daraus die Überlegenheit der Selbstbeobachtung gegenüber der

mittelbaren Beobachtung. Zugleich ist damit ein Hinweis auf die Grenzen und Fehlerquellen der letzteren gegeben. Sie wird auch als Beobachtung anderer oder Fremdbeobachtung, noch besser als Ausdrucksbeobachtung bezeichnet und bildet neben der Selbstbeobachtung, die sie ergänzt, die Hauptkenntnisquelle der Psychologie. Vgl. die sogenannte Verhaltenspsychologie, die auf jede Selbstbeobachtung verzichten zu können glaubt.

Zumeist sind es die sprachlichen Äußerungen, die man bei der Beobachtung anderer verwertet. Aber auch die Selbstbeobachtung kann des sprachlichen Ausdruckes nicht entraten, wenn anders sie ihre Ergebnisse darstellen will. Eine völlig unmittelbare Methode gibt es demnach in der Psychologie so wenig wie in anderen Wissenschaften. Die beobachtende Erfassung subjektiver Vorgänge zum Zwecke wissenschaftlicher Beschreibung — sei sie nun unmittelbar oder mittelbar — ist also unlösbar geknüpft an den Ausdruck von Psychischem, nur sind die zeitlichen Verhältnisse bei beiden Beobachtungsformen vertauscht: Bei der Selbstbeobachtung folgt der Ausdruck dem Erlebnis, während bei der Beobachtung anderer erst der Ausdruck gegeben ist, der dann den Rückschluß auf das Subjektive gestattet. — So viel von den beiden Hauptbeobachtungsformen der Psychologie. Wesentlich ist nicht allein ihre Unterscheidung, sondern auch ihre Begründung. Sie stellen sich dar als methodologische Folgerungen aus dem Prinzip der Subjektivität und dem der gesetzmäßigen Verknüpfung.

Wenn es sich um die Beobachtung anderer handelt, so sind zwei Arten auseinanderzuhalten, je nachdem der Träger der fremden Erlebnisse unter dem Gesichtspunkte der Selbstbeobachtung steht oder nicht. Bei Tieren und kleinen Kindern z. B. fehlt dieses Moment ganz. In einem solchen Falle soll von Fremdbeobachtung gesprochen werden im Gegensatz zu fremder Selbstbeobachtung, welch letztere von der eigenen Selbstbeobachtung zu unterscheiden ist. Unter Berücksichtigung dieser Unterteilung bei der Beobachtung anderer ergibt sich folgende Übersicht für die Arten und Beziehungen der psychologischen Beobachtungsformen:

I. FORMEN DER PSYCHOLOGISCHEN BEOBACHTUNG

A. Unmittelbare Beobachtung
(Erlebnisbeobachtung)

B. Mittelbare Beobachtung
(Beobachtung anderer;
Ausdrucksbeobachtung)

1. Eigene

2. Fremde

3. Fremdbeobachtung

A. Selbstbeobachtung

B. Fremdbeobachtung

II. FORMEN DER PSYCHOLOGISCHEN BEOBACHTUNG

Man kann also die Arten der psychologischen Beobachtung nach zwei verschiedenen Gesichtspunkten scheiden: entweder nach ihrer Unmittelbarkeit bzw. Mittelbarkeit, sodann nach dem Vorhandensein oder Nichtvorhandensein einer Beobachtungsabsicht seitens des Trägers der Erlebnisse. Es wird so die besondere, weil vermittelnde Stellung der fremden Selbstbeobachtung aus der Übersicht deutlich, jener Form, die erst durch

die neuere experimentelle Psychologie voll zur Geltung gebracht worden ist. In ihr kreuzen sich die beiden genannten Gesichtspunkte, die für die Bestimmung der psychologischen Erfahrung maßgebend sind. Endlich wird aus dem Schema die gegensätzliche Stellung der Fremdbeobachtung zur Selbstbeobachtung klar, d. h. zur Selbstbeobachtung in jeder Form, und besonders zur eigenen Selbstbeobachtung. Was die letztere angeht, so schließt sie, im weiteren Sinne des Wortes genommen, nicht allein die Erlebnisbeobachtung in sich, sondern auch ein Stück Ausdrucksbeobachtung: soweit es sich nämlich um die Vorgänge am eigenen Körper handelt (vgl. die obigen Ausführungen über die Selbstbeobachtung als Grundlage der Beobachtung anderer). Ein zweiter längerer Arm über dem Wort Selbstbeobachtung deutet diese Tatsache im Schema an.

Angesichts der ausschlaggebenden Bedeutung, die der letzteren als Erkenntnisquelle der Psychologie zukommt, läuft eine Grundlegung der psychologischen Methodik im wesentlichen auf eine Theorie der Selbstbeobachtung hinaus. Eine solche hat vier Fragen zu beantworten:

1. Welche subjektiven Vorgänge machen die Selbstbeobachtung aus?
2. Inwiefern erfüllen sie ihren Zweck, ein treues Bild der psychischen Erscheinungen zu geben?
3. Welche Beziehungen bestehen zwischen diesen Prozessen und ihrem sprachlichen Ausdruck?
4. Inwieweit reichen diese Beziehungen hin, den genannten Zweck zu erfüllen?

Diese Fragen weisen zugleich auf Schranken hin, die sich bei der Selbstbeobachtung wie bei jeder empirischen Methode finden. So ist z. B. der Unterschied zwischen Rot und Grün an sich ein unzweifelhaftes Erlebnis; als solches aber entzieht es sich jeder weiteren Beschreibung.

2. Von der experimentell-psychologischen Beobachtung und ihren Hilfsmitteln.

Experimentell nennt man eine Beobachtung, deren Gegenstand nicht ein natürlich zufälliges, sondern planmäßig gestaltetes Geschehen ist; man denke z. B. an Pendelversuche, bei denen die Abhängigkeit der Schwingungsdauer von den verschiedenen Bedingungen (Pendelgewicht, Schwingungsweite, Pendellänge) festgestellt werden soll. Diese Beeinflussung kann sich auf die formale wie auf die materiale Seite der Beobachtungsbedingungen erstrecken. Bleibt die Beobachtung ihrem Inhalte nach unverändert, und wird lediglich ihr Eintritt bzw. der des Geschehens planmäßig herbeigeführt, so ist damit die formale Gestaltung gegeben. Sie ist mit einem praktischen Gewinn, einer Zeitersparnis, verbunden; man braucht nicht abzuwarten, bis die Wahrnehmung möglich wird, wie bei Himmelserscheinungen etwa. Ferner ist die Genauigkeit der experimentellen Beobachtung dank der günstigen Vorbereitungsmöglichkeiten größer als die der bloßen Beobachtung, die zufällig erfolgt oder abgewartet werden muß. Besondere Bedeutung gewinnt die absichtliche Herbeiführung einer Beobachtung in Gestalt der Wiederholung. Die Zuverlässigkeit derselben erfährt so eine weitere, erhebliche Steigerung: zufällige Fehler lassen sich ausschalten durch Vergleich der Ergebnisse untereinander und durch ihre mathematische Behandlung (Mittelwerte). Auch die Nachprüfung durch andere

Beobachter wird durch die Wiederholung ermöglicht. Unabhängig von diesen Vorzügen ist die absichtliche Herbeiführung an und für sich entscheidend. Sie reicht in vielen Fällen hin, den experimentellen Charakter einer Beobachtung sicherzustellen (vgl. die Erzeugung von Reibungselektrizität). Versuche, die sich darauf beschränken, kann man als unvollständig bezeichnen: unvollständig bezüglich der planmäßigen Gestaltung des Geschehens.

Die planmäßige Gestaltung kann nämlich auch materiale, inhaltliche Form annehmen: wenn das Geschehen als solches einer Abänderung unterworfen wird (Änderung des Pendelgewichtes etwa). Die materiale Beeinflussung darf nicht beliebig vorgenommen werden, sondern muß ebenfalls den planmäßigen Charakter des Experiments annehmen. Sie besitzt nur dann Untersuchungswert, wenn sie nur eine einzelne Seite des Vorganges betrifft, alle übrigen dagegen unverändert bleiben (also Veränderung ausschließlich des Pendelgewichtes unter Beibehaltung von Pendellänge und Luftwiderstand). Diese isolierende Variation hat zur Voraussetzung die Kenntnis und Beherrschung aller vorhandenen Bedingungen. Bei systematischer Durchführung d. h. unter aufeinanderfolgender Berücksichtigung aller Einzelbedingungen, in Verbindung zugleich mit der formalen Beherrschung der Beobachtung ist dies die vollkommenste Stufe des Experimentes. Denn in diesem Falle ist die absichtliche Beeinflussung restlos durchgeführt. Als Beispiele können neben den Versuchen mit dem Pendel solche über das Verhalten von Gasen dienen: bei wechselndem Drucke und Rauminhalt sowie bei veränderlicher Temperatur und chemischer Beschaffenheit. Der Hauptvorteil des Experimentes in dieser vollendeten Form liegt in der Möglichkeit, daß es jederzeit von jedem Beobachter in genau derselben Weise herbeigeführt werden kann, womit ein Höchstmaß an Sicherheit und Beweiskraft des Versuches gegeben ist. Es gelingt ferner, gerade auf diesem Wege die ursächliche Verkettung der Erscheinungen zu ermitteln. Isolierende Variation schließt die Eindeutigkeit des Zusammenhanges in sich.

Nicht immer läßt sich indessen die vollkommenste Form des Versuches verwirklichen, namentlich nicht bei sehr verwickelten Verhältnissen, wie sie sich meist im Reich des Organischen finden. Die experimentelle Entfernung eines bestimmten Großhirnteiles beim Hund stellt z. B. keinen reinen, eindeutigen Versuch dar, der über die Leistung dieses Organnteiles Aufschluß gibt. Denn sie läßt sich nicht durchführen ohne störende Nebenwirkungen: allgemeine Erkrankung des Tieres, Mitleidenschaft benachbarter Hirnteile und dergleichen. Man sieht, innerhalb des Experimentes bestehen noch beträchtliche Unterschiede bezüglich der methodischen Vollkommenheit, mit denen von vornherein gerechnet werden muß. Sie hängen — abgesehen von der Besonderheit des Gegenstandes — auch mit der Ausbildung der technischen Hilfsmittel zusammen, die fast jeder Eingriff in das natürliche Geschehen voraussetzt (Instrumente, Versuchsanordnungen usw.).

Auch in der Psychologie ist ein planmäßiges Verfahren im Sinne des Experimentes möglich. Es stellt als solches eine Weiterbildung, nicht

einen Ersatz der Selbstbeobachtung bzw. der psychologischen Beobachtung überhaupt dar. Je nach den Mitteln zur Beeinflussung psychischer Vorgänge müssen zwei verschiedene Formen von psychologischem Versuch auseinandergehalten werden. Es gibt Erlebnisse, die sich durch die bloße Absicht hervorrufen lassen, z. B. die optische Vorstellung von einem Dreieck. Das gilt besonders auch von Denkvorgängen oder Stimmungen, in die man sich hineinversetzen kann. In allen diesen Fällen liegen die Mittel der Herbeiführung und planmäßigen Abänderung im Bereich der Bewußtseinsvorgänge selbst, in Gestalt der Absicht oder des Willens. Deshalb heißt ein solcher Versuch auch inneres Experiment. Im gleichen Sinne spricht man von experimentierender Selbstbeobachtung. Damit ist schon der Unterschied angedeutet, der zwischen dieser und der zweiten Form des psychologischen Versuches, dem sogenannten äußeren Experiment, besteht. Letzteres benützt äußere Reize, sogenannte Sinnesreize, um dadurch bestimmte subjektive Wirkungen hervorzurufen. Meist ist diese Form gemeint, wenn von psychologischem Versuch schlechtweg die Rede ist; denn sie ist recht eigentlich von der neueren experimentellen Psychologie ausgebildet worden. Sie besitzt vor dem inneren Experiment den Vorzug der reicheren Möglichkeiten und der größeren Genauigkeit, kurz der methodischen Überlegenheit. Im folgenden soll daher näher auf das äußere Experiment eingegangen werden. Eine genauere Beschreibung desselben hat zunächst seine logisch-methodischen Bestandstücke zu ermitteln. Das geschieht zweckmäßig an Hand eines bestimmten Beispiels, das einer genaueren Zergliederung unterworfen wird. Es soll sich dabei um die Messung der Müller-Lyerschen Täuschung handeln, (s. § 8). Sie läßt sich in der Weise bewerkstelligen, daß an einem entsprechenden Modell die Länge der einen Strecke allmählich verändert wird, bis beide Strecken als gleich groß beurteilt werden. Der Verlauf des Versuches ist etwa folgender: Der Versuchsleiter (Vl) sorgt zunächst für geeignete Beobachtungsbedingungen: richtige Sichtbarkeit der Figur, passenden Raum zur Vermeidung störender Nebeneindrücke usw., besonders für die geeignete Versuchsperson (Vp), wie der Beobachter zumeist genannt wird, eine Person also, die eine solche Beobachtung willig und mit Verständnis übernimmt. Der Vl macht die Vp mit ihrer Aufgabe im einzelnen vertraut: daß sie an der betreffenden Figur bei allmählicher Änderung des Längenverhältnisses der Strecken die Einstellung zu bezeichnen hat, die beide Linien gleich lang erscheinen läßt. Der Beginn des Versuches wird der Vp durch ein besonderes Zeichen („Jetzt!“) kenntlich gemacht. Darauf nimmt der Vl die Veränderung der Figur vor, die schließlich zu dem Urteil „gleich“ führt, daß er sofort schriftlich niederlegt; d. h. er schreibt die zugehörige Länge der veränderten Linie auf. Sie sei gleich 8,9 cm. Da die andere Strecke 10 cm beträgt, so berechnet sich der Unterschied auf 1,1 cm, um den die veränderte Strecke zu groß geschätzt worden ist. Mit dieser Feststellung, die seitens des Vl-s erfolgt, hat der Versuch zunächst seinen Abschluß gefunden.

Es lassen sich dabei sechs einzelne Phasen unterscheiden, die in nachstehender Ordnung aufeinanderfolgen, also auch zeitlich getrennt sind:

1. Eine bestimmte innere Verfassung der Vp, die ihrerseits wieder zwei Formen aufweist:

Eine allgemeine: Dazu gehört u. a. der Wille, eine vorgeschriebene Beobachtung auszuführen, die dazu erforderliche Bewußtseinslage, ein gewisser ruhiger, sachlicher Ernst, sodann das Wissen um den Versuch im allgemeinen, um die Figur usw.

Eine besondere: Sie ist durch die Stellung einer bestimmten Aufgabe (durch die Instruktion) gegeben; sie besteht im betreffenden Beispiel in der Erwartung einer Längenänderung der einen Strecke, in der Absicht, ein Gleichheitsurteil zu fällen. Durch das vorbereitende Zeichen wird die Einstellung der Vp auf den kommenden Reiz noch genauer zeitlich festgelegt.

2. Die Einwirkung des Reizes, auf den sich die Aufgabe bezieht: Im vorliegenden Falle die Müller-Lyersche Täuschung mit den daran vorgenommenen Änderungen.

3. Die im Anschluß an den Reiz auftretenden Bewußtseinsvorgänge.

4. Der Ausdruck dieses Erlebnisses, soweit es zur Lösung der Aufgabe erforderlich ist: meist durch Worte.

5. Die Festlegung der Äußerung durch den Vl.

6. Die Auswertung: Bestimmung der Größe der Täuschung.

Unter den sechs Bestimmungsstücken des psychologischen Versuches nehmen die beiden ersten eine besondere Stellung ein, sofern sie die Versuchsbedingungen im engeren Sinne des Wortes in sich schließen, d. h. die Bedingungen, die für die Gestaltung der zu untersuchenden Bewußtseins-tatsachen maßgebend sind. Die zwei Arten, um die es sich dabei handelt, lassen sich näher kennzeichnen: die eine bezieht sich auf den Bewußtseins-zustand, der für den Versuch erforderlich ist, die andere ist gegeben durch die Reize, deren Wirkung mit von jener Bewußtseinslage abhängt, die sie gewissermaßen auslösen und die darum auslösende Reize (oder äußere Reize) genannt werden sollen. Die auslösenden Reize können meist genau hergestellt werden; auch die Bewußtseinslage ist der planmäßigen Beeinflussung zugänglich, wiewohl eine genaue und vollständige Bestimmung nicht immer möglich und auch nicht immer erforderlich ist. Um den Bewußtseinszustand irgendwie zu bestimmen, bedarf es ebenfalls gewisser Einwirkungen, gewisser Reize, die im Gegensatz zu den auslösenden anderer, verwickelterer Art sind: Man denke an die Erteilung einer Aufgabe, die formulierte Sätze voraussetzt. Zum Unterschiede von den äußeren Reizbedingungen sollen diese Reizeinwirkungen die regeln-den, inneren oder zentralen heißen. Aus regelnden und auslösenden Reizen setzen sich demnach die psychologischen Versuchsbedingungen zu-sammen.

Die angeführten sechs Versuchsstadien hängen im einzelnen ganz von der Eigenart des betreffenden Experimentes ab und gestalten sich dementsprechend bei jeder Versuchsart anders. Die Beschreibung dieser Verschiedenheiten im folgenden gewährt einen Einblick in die hauptsäch-lichsten Versuchsbedingungen und Möglichkeiten des psychologischen Ex-perimentes.

I. Der Bewußtseinszustand beim psychologischen Versuch und seine experimentellen Bedingungen (innere Versuchsbedingungen).

A. An dem allgemeinen Bewußtseinszustand der Vp, soweit er als Versuchsbedingung eine Rolle spielt, lassen sich folgende, der planmäßigen Beeinflussung zugängliche Seiten unterscheiden:

1. Die Absicht der Vp, die ihr zufallende Aufgabe zu übernehmen; sie ist stete Voraussetzung für den Versuch und soll deshalb in möglichst ausgeprägter Form vorhanden sein. Die Art der Versuche wie die ihrer Durchführung sind dafür nicht unwesentlich; von maßgebendem Einfluß indessen ist dabei die persönliche Veranlagung der Vp, die für ihre Wahl als Vp bestimmend sein muß.

2. Die dem Versuch angepaßte Gefühlslage der Vp, die meist in einer ruhigen, gesammelten Stimmung besteht, sowie die entsprechende Konzentrationsrichtung. Diese Seite der allgemeinen Bewußtseinslage ist von zahlreichen Bedingungen abhängig, die ihrerseits wieder planmäßig gestaltet werden können. Dahin gehört zunächst eine geeignete Umgebung, ein passender Raum für die Versuche, der alle störenden Eindrücke von der Vp fernhält. Unter Umständen erfordert die Innehaltung dieser Bedingung die Zuhilfenahme eines zweiten Zimmers, um Apparate mit störenden Geräuschen unterzubringen oder auch den Vl von dem Beobachter fernzuhalten. Weiter kommt in Betracht die Rücksicht auf die Ermüdung der Vp, d. h. auf die Dauer und Tageszeit der Versuche, auf Körperhaltung, Nahrungsaufnahme, sonstige Tätigkeit und dergleichen mehr. Die Einführung von Vorseignalen ist aus ähnlichen Gesichtspunkten heraus erfolgt.

Die Trennung von Vl und Vp, die bei diesen Maßnahmen durchgängig vorausgesetzt wird, bildet für sich allein einen wesentlichen Umstand, der die ungestörte Sammlung der Vp für ihre Aufgabe verbürgt. Sie entbindet nämlich die Vp von der Bedienung der Apparate und der Protokollführung. Sie kann allerdings auch überflüssig oder störend sein. Es ist demnach von Fall zu Fall zu entscheiden, ob sie zu unterbleiben hat oder nicht. — Vertrautheit und Gewöhnung bezüglich des Versuchsverfahrens, wie sie am besten durch Vorversuche — im Gegensatz zu Hauptversuchen — erreicht werden, sind ebenfalls notwendige Voraussetzungen für die geeignete Gefühlslage und Konzentrationsrichtung der Vp. Sie stehen in engem Zusammenhange mit dem folgenden Punkt, der seinerseits ein wesentliches Bestimmungsstück des allgemeinen Bewußtseinszustandes der Vp bildet.

3. Ein Wissen um den Versuch, wobei man drei Stufen unterscheidet:

Das unwissentliche Verfahren, bei dem der Vp nur so viel von dem Versuch bekannt ist, als zur Teilnahme erforderlich ist: entsprechend der Messung der Müller-Lyerschen Täuschung. Insbesondere ist der Vp die Beschaffenheit des kommenden Reizes verborgen (die Einstellung, bei der beide Strecken der Täuschung gleich lang sind), desgleichen aber auch Ergebnis wie Ziel der Versuche. Das unwissentliche Verfahren stellt die Regel dar: es setzt im allgemeinen die Mitwirkung zweier Personen (Vl und Vp) beim Versuch voraus und stellt besondere Anforderungen an die selbstlose Hingabe der Vp.

Das halbwissenschaftliche Verfahren gestattet der Vp einen Einblick in einzelne weitere Versuchsumstände, besonders in das jeweilige Versuchsergebnis (Unterschätzung der einen Strecke).

Das wissenschaftliche Verfahren macht die Vp mit allen Einzelheiten des Versuches bekannt, besonders mit dem kommenden Reiz, aber auch mit dem Zweck der Versuche und ihrer theoretischen Bedeutung. Das wissenschaftliche Verfahren greift immer dann Platz, wenn der Versuch eine Trennung von V1 und Vp nicht erfordert. Es bedarf ebenso wie das halbwissenschaftliche Verfahren bei seiner Anwendung stets einer besonderen Rechtfertigung.

4. Die individuelle Seite an dem allgemeinen Bewußtseinszustand der Vp wird ermittelt durch den Vergleich mehrerer Vp-en untereinander. Die Hinzuziehung mehrerer Vp-en und ihr Wechsel sind grundlegende Abänderungsmöglichkeiten innerhalb der allgemeinen und der experimentell-psychologischen Versuchsbedingungen überhaupt. Hierbei sind folgende Gesichtspunkte und Unterschiede zu berücksichtigen: Alter, Geschlecht, Begabung und Bildungsgrad, besonders nach der wissenschaftlichen bzw. psychologischen Seite hin.

5. Von der Norm abweichende Bewußtseinszustände endlich werden erreicht durch hypnotische und pharmakologische Einwirkungen. Auch der Schlaf ist hier zu nennen.

B. Die Versuchsbedingungen, die den Zustand der Vp im besonderen bestimmen, sind gegeben mit der jeweiligen Aufgabe (Instruktion) und der dadurch hervorgerufenen Einstellung auf den kommenden Reiz. So viele Arten von Aufgaben möglich sind, so viele Arten der Einstellung lassen sich unterscheiden. Die Aufgaben fordern ein bestimmtes Verhalten gegenüber Reizen bzw. den durch sie erregten Empfindungen, und zwar hauptsächlich:

Rein passive Aufnahme der Eindrücke (bei Ausdrucksversuchen z. B.): Feststellungen im Anschluß an das Wahrgenommene und die damit verknüpften Erlebnisse: Beobachtungen also, wobei der Vergleich eine Hauptrolle spielt (psychophysische Versuche vor allem); freie Wiedergabe der gehaltenen Eindrücke (Gedächtnis- genauer: Reproduktionsversuche); Ausführung bestimmter Bewegungen auf die Wahrnehmungen hin als Zeichen (Reaktionsversuche); außerdem sonstige Leistungen der verschiedensten Art: Nennung eines Wortes, das unmittelbar durch ein dargebotenes einfällt (Assoziationsversuche), Rechnungen (bei Arbeits- und Denkversuchen z. B.) usw.

Mit diesen besonderen Aufgaben kann sich jeweils noch die allgemeine verbinden, unmittelbar nach Vollzug der verlangten Leistung eine möglichst vollständige Beschreibung des gesamten Erlebnisses zu liefern. (Methode der systematisch-experimentellen Selbstbeobachtung.) Wird weiter von der Vp verlangt, sich sofort nach Erfüllung der Aufgabe zu äußern, so besteht die Möglichkeit, die Erlebnisdauer durch zeitliche Festlegung der Reizeinwirkung und der zugehörigen Äußerung (Reaktion) zu messen.

Bezeichnend für die einzelnen Aufgaben ist ihre Einfachheit. Sie ist erforderlich im Hinblick auf die leichte Überschaubarkeit der hervorgerufenen

Erlebnisse und die dadurch bedingte Sicherheit der Beobachtungen. Sie wird also letzten Endes bedingt durch die Eigentümlichkeit der Bewußtseinsvorgänge selbst, d. h. durch die Grenzen der Auffassungsfähigkeit und des Gedächtnisses.

Wichtig bei den jeweiligen Aufgaben (Anweisungen) ist ferner ihre sorgfältige wörtliche Fassung, die weder zu viel noch zu wenig enthalten darf; andernfalls hat man mit den Versuchsfehlern der fehlerhaften Beeinflussung oder der Vieldeutigkeit zu rechnen.

Die Gesamtheit aller angeführten Versuchsbedingungen regelnder bzw. zentraler oder innerer Art ermöglicht zwar die Beeinflussung der Bewußtseinslage einer Vp, ohne indessen eine unbedingte Gewähr dafür zu bieten, weil sie nicht die Gesamtheit aller Bedingungen überhaupt ausmacht. Der Erfolg der einzelnen Einwirkung ist zudem nicht immer eindeutig: eine negative Instruktion — z. B. etwas nicht zu beachten — bewirkt häufig das Gegenteil. Diese Unzulänglichkeit der regelnden Reizeinwirkungen läßt das Bedürfnis einer Prüfung entstehen, inwieweit jeweils die beabsichtigten Versuchsbedingungen verwirklicht sind. Es gibt eine Reihe von Möglichkeiten, solche Prüfungen vorzunehmen:

1. Der Null- oder Vexierversuch: In eine Reihe von Versuchen schaltet man bisweilen einen ein, bei dem der Vp die Lösung ihrer Aufgabe unmöglich ist. Bemerkt sie das nicht sogleich oder überhaupt nicht, so ist damit der Mangel einer geeigneten Bewußtseinslage nachgewiesen.
2. Die Messung der Reaktionszeit, d. h. der Zeit, die zwischen Reizeinwirkung und Vollzug der Aufgabe verstreicht: Ein Mißverhältnis zwischen Leistung und Dauer des Vollzugs läßt einen Rückschluß auf unzumutbare innere Versuchsbedingungen zu.
3. Die Beobachtung des allgemeinen Verhaltens einer Vp, besonders während des Versuches.
4. Der Vergleich von Versuchsergebnissen einer Vp untereinander auf Widersprüche oder ungerechtfertigte Abweichungen hin, sowie derjenige mit Ergebnissen anderer Vp-en, besonders auch denen des V1-s, der stets auch Vp sein sollte.
5. Wiederholung von Versuchen eigens zu diesem Zwecke.
6. Eigene Angaben der Vp.

Auch diese Prüfungsmittel geben keine unbedingte Sicherheit für das Vorhandensein vorausgesetzter Bewußtseinszustände bei der Vp, so daß damit eine Grenze für die Zuverlässigkeit und Beweiskraft psychologischer Versuche überhaupt zutage tritt.

II. Die auslösenden Reize: Die Versuchsbedingungen, die mit den auslösenden Reizen gegeben sind, zerfallen in zwei Gruppen:

1. Die erste umfaßt alle unmittelbaren Änderungen der Reize, mit denen entsprechende Verschiedenheiten der Empfindungen einhergehen, so daß deren Merkmale und ihre Abstufungen gleichbedeutend mit den äußeren Versuchsbedingungen sind. In Betracht kommen folgende: Intensität, Qualität, Sättigung (bei optischen Eindrücken) sowie die räumliche und zeitliche Beschaffenheit. Die letztere schließt wieder Verschiedenheiten nach Zahl und Anordnung in Raum und Zeit in sich.

Innerhalb der verschiedenen Änderungsmöglichkeiten des auslösenden Reizes nehmen die zeitlichen Verhältnisse eine besondere Stellung ein. Zu ihnen rechnet die erneute Darbietung, die Wiederholung, die eine wesentliche Seite der experimentellen Methode überhaupt bedeutet. Dabei muß allerdings mit einer besonderen Fehlerquelle gerechnet werden, die gerade beim psychologischen Versuch auftritt. Die Wiederholung geht häufig mit Übungs- und Gewöhnungserscheinungen einher; dadurch können die zu untersuchenden Vorgänge selbst verändert werden. Durch geeignete Vorkehrungen, vor allem durch eine entsprechende Anordnung der Versuche, kann diese Gefahr vermieden oder in ihrer Wirkung rechtzeitig erkannt werden: Die Reihenfolge der Versuche wechselt am besten bei verschiedenen Vp-en, deren Ergebnisse untereinander verglichen werden. — Die planmäßige Änderung der Reizdauer sodann ist nicht nur zur Untersuchung der unmittelbar damit zusammenhängenden Bewußtseinsvorgänge, der Empfindungen, von Wichtigkeit. Unter Verwendung kurzer Zeiten (der tachistoskopischen Darbietung) gelingt es, neue, besondere Beobachtungsbedingungen für daran anschließende verwickeltere Bewußtseinsvorgänge herzustellen. Es lassen sich so verschiedene Phasen in ihrer Entstehung und damit bestimmte Seiten des Erlebnisses einzeln zugänglich machen, die sich sonst der Selbstwahrnehmung entziehen. Auch die sogenannten Unterbrechungsversuche gehören hierher: Zur Unterstützung der Selbstbeobachtung wird dabei das Experiment an verschiedenen Zeitpunkten abgebrochen, um festzustellen, was gerade in diesem Augenblick bewußt war. — Verwickeltere zeitliche Bedingungen sind ferner stets bei Gedächtnisversuchen gegeben. Hier kommt es nicht allein auf die einzelne Reizdauer an, sondern auch auf die Zeiten, die zwischen den Reizen, ihrer Wiederholung und Wiedergabe liegen.

2. Mit der genauen Bestimmung äußerer Reize, die regelmäßig technische Hilfsmittel (Apparate, Versuchsanordnungen) erfordert, ist die Wirkungsweise derselben nicht immer ausreichend bestimmt, wobei hier nur an die dadurch hervorgerufene Empfindung gedacht ist. Die Empfindung hängt außer vom Reiz auch von dem Zustand des nervösen Apparates ab. Auch dieser kann experimentell beeinflusst werden, z. B. durch pharmakologische Einwirkungen (durch Santonin beim Gesichtssinn), ferner durch vorausgehende, länger dauernde Reizzustände (Adaptation). Auch Durchschneidungen von Nervenbahnen gehören hierher.

Man hat demnach zwei Gruppen von äußeren Versuchsbedingungen zu unterscheiden: die erste umfaßt die eigentlichen Reizverhältnisse, die zweite schließt alle Einwirkungen auf den nervösen Aufnahmeapparat in sich, die zur Fixierung der Reizwirkung erforderlich sind: mittelbare Reizbedingungen. Die Regelung der Versuchsbedingungen im ersteren, engeren Sinne ist zwar die ständige und nächstliegende Aufgabe bei jedem psychologischen Versuch; die Rücksicht auf den Zustand des Nervensystems, einschließlich der Sinnesorgane, ist aber grundsätzlich ebenso wichtig und wird nicht ohne Beeinträchtigung des Versuchsergebnisses vernachlässigt. — Eine wesentliche Unterscheidung bei den äußeren Reizen ergibt sich ferner, wenn man ihren Versuchszweck ins Auge faßt. Er kann ein mittelbarer

oder unmittelbar sein. Im letzteren Falle sind es diese einzelnen Merkmale selbst, auf die es im Versuche ankommt (bei psychophysischen und sinnespsychologischen Versuchen), im anderen Falle ist die unmittelbare Beschaffenheit der Reize wie der dadurch hervorgerufenen Empfindungen nebensächlich, und nur ihre Bedeutung kommt in Betracht, d. h. ein bestimmter Zusammenhang mit sonstigen Bewußtseinsvorgängen. In diesem Sinne werden die Reize verwandt u. a. bei Gedächtnisversuchen, wenn sinnlose Silben das Material bilden. Hier spielen die einzelnen Merkmale des Empfindungskomplexes kaum eine Rolle (Größe, Form, Farbe der Buchstaben, Kontrast mit dem Hintergrund), das Wort- und Klangbild als Ganzes ist ausschlaggebend. Bei den zeitlichen Verhältnissen macht sich dieser Unterschied besonders geltend, wie sich gezeigt hat.

III. Die unter dem Einfluß äußerer und innerer Versuchsbedingungen hervorgerufenen Bewußtseinsvorgänge: Bei dem gelungenen Versuch müssen die durch regelnde und auslösende Reize bewirkten Erlebnisse der Vp dem Zwecke des Versuchs entsprechen. Ist dies nicht der Fall, so waren die Versuchsbedingungen fehlerhaft gewählt (mißverständliche Anweisung, mißglückte Reizgebung und dergleichen), oder sie haben zur Bestimmung der subjektiven Vorgänge nicht hingereicht. Der letztere Fall kann sich in doppelter Form verwirklichen: er kann zufälliger Art sein (unwillkürliche Unaufmerksamkeit der Vp oder entsprechende Lageveränderung eines Sinnesorganes und dergleichen). Die Unzulänglichkeit kann aber auch eine dauernde sein, d. h. die gewünschten Erlebnisse lassen sich mit den zur Verfügung stehenden Hilfsmitteln nicht planmäßig herstellen, wie es z. B. bei gewissen Gefühlslagen, Zorn, Trauer, der Fall ist. Dann handelt es sich um eine Grenze in der Anwendbarkeit des psychologischen Versuchs. Über das Vorhandensein derselben im einzelnen lassen sich keine allgemeinen Gesichtspunkte aufstellen, lediglich der Erfolg kann darüber von Fall zu Fall entscheiden. Nur so viel läßt sich sagen, daß es vorzugsweise die verwickelteren Bewußtseinsvorgänge sind, bei denen mit dieser Möglichkeit gerechnet werden muß. Denn sie hängen nur noch mittelbar mit den Reizen zusammen und sind auch durch Anweisungen weder beliebig noch sicher zu beeinflussen. — Die Bewußtseinsvorgänge können in zwei verschiedenen Absichten hervorgerufen werden: Einmal handelt es sich um die Feststellung ihrer Beschaffenheit (sogenannte Darstellungs- oder Beschaffenheitsversuche); sodann sollen ihre Entstehungs- und Verlaufsbedingungen, kurz, irgendwelche Beziehungen oder Abhängigkeiten ermittelt werden (Kausal- oder Verlaufsversuche). Diese doppelte Richtung bei der experimentellen Untersuchung der Bewußtseinsstatsachen drückt auch den Verfahrensweisen ihr Gepräge auf: für den Darstellungsversuch ist die beschreibende Selbstbeobachtung der Vp die Hauptsache, die Bedeutung der Versuchsbedingungen tritt ihr gegenüber zurück. Das Verfahren nähert sich damit stark der reinen bzw. der experimentierenden Selbstbeobachtung. Bei dem Verlaufsversuch verhält es sich gerade umgekehrt. Er stellt daher, methodisch genommen, die strengere Form des psychologischen Experimentes dar.

IV. Die Äußerungen der Vp, soweit sie als Folgen ihrer absichtlich hervorgerufenen Erlebnisse zu betrachten sind, fallen je nach der Aufgabe und damit nach der Art des Experimentes, ganz verschieden aus. Man unterscheidet hauptsächlich zwei Gruppen: willkürliche und unwillkürliche.

1. Die ersteren sind meist sprachlicher d. h. mündlicher oder schriftlicher Art. Das Verhältnis, in dem sie zu den Erlebnissen stehen, wechselt. Die sprachlichen Äußerungen können auf eine mehr oder weniger vollständige Beschreibung der Bewußtseinsvorgänge abzielen. Diese wird unter Umständen dem Gutdünken der Vp überlassen, wenn man von einem allgemeinen Hinweis des Vl absieht. Fällt also der Vp etwas auf, hat sie ein besonders klares Erlebnis z. B., so gibt sie davon Kenntnis. Von der psychologischen Schulung der Vp ist die Brauchbarkeit und Ergiebigkeit dieser Form, der zufälligen Beschreibung abhängig. Sie hat den Vorzug, daß die Erlebnisse nicht unter dauernder, ausgesprochener Beobachtungsabsicht stehen. Dies ist der Fall bei der sogenannten Methode der systematischen, experimentellen Selbstbeobachtung. Diese Äußerungen kann der Vl zu vervollständigen suchen durch diesbezügliche Fragen. Dabei lassen sich zwei Arten unterscheiden: Ergänzungsfragen, die lediglich genauere Auskunft über den einen oder anderen Punkt verlangen: sodann Erkundungsfragen, bei denen der Vp neue Gesichtspunkte an die Hand gegeben werden, nach denen sie ihr Erlebnis prüfen soll. Fragen dieser Art können nachträglich gestellt oder von vornherein in der Instruktion gegeben werden. Die Gefahr einer fehlerhaften Beeinflussung des Beobachters ist dabei nicht außer acht zu lassen. Die Vp muß jedenfalls vermeiden, zu viel zu sagen, d. h. über eine bloße Beschreibung des Erlebten hinauszugehen und Erklärungen zu liefern: eine naheliegende Versuchung für den psychologisch gebildeten Beobachter. — Eine andere Möglichkeit des Vls, eine genauere Beschreibung einzelner Erlebnisse von der Vp zu erhalten, besteht in dem Unterbrechungsversuche (s. S. 12).

Es kann weiter auch sein, daß die sprachliche Äußerung nicht auf eine Beschreibung von Erlebnissen ausgeht, sondern lediglich ein bestimmtes Moment davon festhalten will. Es kommt dann nur in Betracht, was zur Lösung einer bestimmten Aufgabe erforderlich ist. Dieser Fall trifft meist bei quantitativen Versuchen zu.

An einem Beispiele soll der grundlegende Unterschied in den sprachlichen Äußerungen, der mit dem anderen des Beschaffenheits- und Verlaufsversuches eng zusammenhängt, deutlich gemacht werden. Bei einfachen Rechenversuchen mag es sich um die Addition von 7 und 5 handeln, die von der Vp auszuführen ist. Im Sinne einer Beschreibung hat sie dann anzugeben, wie sie sich die Zahlen vergegenwärtigt hat, ob optisch, ob unanschaulich usw., ferner, wie die Rechenoperation vor sich gegangen ist, ob das Ergebnis gedächtnismäßig, d. h. unmittelbar, gewonnen worden ist, oder ob ihm weitere Bewußtseinsvorgänge vorausgegangen sind: etwa Auffassung der 7 als Ausgangszahl, die zu erhöhen ist, danach Zerlegung der 5 in 3 und 2, um 7 zunächst auf 10 zu ergänzen und darauf noch 2 zuzufügen. So ungefähr hätte sich eine Beschreibung zu vollziehen. Ohne

sie bestünde die Äußerung der Vp lediglich in der Aufgabe „12“, ganz unabhängig davon, wie sie zustande gekommen ist: also lediglich in der Aufgabelösung.

Der Unterschied bezl. der Äußerung macht sich auch noch in einem anderen Punkte geltend, wie gerade aus dem Beispiele hervorgeht. Die Aussage „12“ wird sich meist ohne weiteres an das Erlebnis selbst anschließen. Sie bedeutet damit einen unmittelbaren Ausdruck desselben. Ein eingehender Bericht dagegen setzt weitere Bewußtseinsvorgänge voraus, die sich zwischen Erlebnis und Aussage schieben, besonders Urteile über das Erlebte. Die Äußerung ist in diesem Falle nicht der unmittelbare Ausdruck eines subjektiven Geschehens, sondern derjenige der Erinnerung daran, der Überlegungen, die sich daran knüpfen.

Neben den sprachlichen Äußerungen im engeren Sinne kommen auch sog. Kundgaben vor, d. h. einzelne Laute und Silben, z. B. „Na!“. Zweierlei ist dafür bezeichnend: daß für den Kundgebenden selbst das Erlebnis und der gebrauchte Ausdruck in einer eigentümlichen, unmittelbar erlebten Beziehung stehen; sodann, daß für den, der ihn hört, in dem Ausdruck etwas von dem kundgegebenen Erlebnis liegt oder durch den Ausdruck das kundgegebene Erlebnis lebendig wird (Einfühlung).

Die Wahl der Äußerungsform hängt vom Versuchszweck ab, daher der Zusammenhang mit dem Darstellungs- und Kausalversuch. Wesentlich für alle derartigen Kundgaben seitens der Vp ist, daß sie unmittelbar nach Ablauf der subjektiven Vorgänge erfolgen, da sonst die Gefahr gedächtnismäßiger Fehler zunimmt. Bei Gedächtnisversuchen dagegen spielt gerade der zeitliche Abstand zwischen einem Erlebnis (der Auffassung sinnloser Silben z. B.) und der zugehörigen Äußerung eine Rolle. Die sog. Zwischenzeit bringt es mit sich, daß die Äußerung sich nicht unmittelbar auf das ursprüngliche Erlebnis bezieht, sondern auf dessen gedächtnismäßige Erneuerung. Es besteht demnach eine gewisse Übereinstimmung zwischen Gedächtnisversuchen und solchen mit Erlebnisbeschreibung, nur daß die Erlebnisse, die zwischen ursprünglichem Bewußtseinsvorgang und Äußerung eingeschaltet sind, in beiden Fällen verschieden sind. Das eine Mal handelt es sich um Urteile über Erlebtes, das andere Mal um Wiederbelebung von früher Bewußtem. — Neben den willkürlichen Äußerungen sprachlicher Art spielen die nichtsprachlichen eine untergeordnete Rolle. In Frage kommen Reaktionsbewegungen, z. B. Niederdrücken eines Tasters, sobald sich ein bestimmtes Erlebnis einstellt (Feststellung einer Rotempfindung etwa). Auch zeichnerische Leistungen sind hierher zu rechnen: zur Beschreibung optischer Vorstellungen z. B.

2. Die unwillkürlichen Äußerungen umfassen alle entsprechenden Vorgänge am Körper, die mit psychischen Prozessen einhergehen, meist solche des Herzens und der Atmung, elektrische Erscheinungen, dazu sonstige unwillkürliche Ausdrucksbewegungen, besonders solche mimischer und pantomimischer Art, auch lautlicher Natur sowie Schreibbewegungen nach Beschaffenheit, Dauer und Stärke der Schriftzüge (Graphologie).

Was die Bedeutung aller dieser Äußerungsformen für die Darstellung und Erkennung von Innenzuständen betrifft, so nimmt die Sprache un-

bestritten den ersten Rang ein; dabei darf nicht übersehen werden, daß keineswegs jedes innere Erlebnis eine vollständige Beschreibung zuläßt. Der Unterschied von Rot und Grün z. B. läßt sich nicht in Worte fassen. Neben und nächst der Sprache sind die verwandten Schreibleistungen besonders zu nennen. Die wachsende Bedeutung der Graphologie ist unverkennbar.

V. Die Festlegung der Äußerungen erfolgt unmittelbar im Anschluß an diese, um Gedächtnisfehler nach Möglichkeit auszuschalten. Bei Trennung von Vl und Vp ist diese Registrierung meist Sache des Vls, nur in Ausnahmefällen, z. B. bei fortlaufenden geistigen Arbeiten, tritt an seine Stelle die Vp. Besteht keine Trennung von Vl und Vp, so fällt der Unterschied zwischen Äußerung und Festlegung weg.

Sprachliche Äußerungen werden schriftlich (stenographisch) aufgenommen, sofern nicht in besonderen Fällen ein Phonograph in Betracht kommt. Bei allen anderen Ausdruckserscheinungen sind eigene Aufnahmeapparate unerlässlich: das genannte Instrument bei lautlichen Äußerungen, der photographische und kinematographische Apparat für mimische und sonstige Ausdrucksbewegungen; die Marey'sche Trommel, deren Hebel berußte Flächen beschreibt, für Herz- und Atembewegungen, das Galvanometer und sein Lichtzeiger für das psychogalvanische Reflexphänomen, die Druckwage für Schreibbewegungen, eine eigene Vorrichtung für dreidimensionale Bewegungen usw.

Eine besondere Rolle endlich spielt die Fixierung der zeitlichen Seite von Äußerungen. Dabei kommt besonders die Messung der Zeit in Betracht, die zwischen auslösendem Reiz und seiner Beantwortung verstreicht. Sie heißt Reaktions- oder Assoziationszeit, je nachdem die Leistung der Vp in einer Bewegung oder in der Nennung eines Wortes besteht.

Man bedient sich in solchen Fällen besonderer Uhren (sog. Chronoskope) sowie schwingender Federn und Stimmgabeln. Sehr häufig wird die Stoppuhr verwandt, die auch sonst als Hilfsinstrument bei Geschwindigkeitsbestimmungen periodischer Bewegungen dient. Sie besitzt Taschenuhrform: Der Zeiger auf dem großen Zifferblatt, das auf 60 Sekunden berechnet ist, zeigt Fünftelsekunden. Ein Druck auf den Aufziehknopf bringt ihn in Gang, ein zweiter stoppt ihn, der dritte bringt ihn in die Ausgangslage (Nullstellung) zurück. Daneben besitzt die Stoppuhr noch einen Minutenzeiger auf gesondertem Zifferblatt.

Die einzelnen psychologischen Versuche und Methoden unterscheiden sich wesentlich durch den Umfang, in dem sie körperliche Äußerungen heranziehen. Meist handelt es sich nur um die sprachlichen. Werden unwillkürliche Ausdrucksbewegungen — Puls oder Atmung — berücksichtigt, so spricht man von Ausdrucksmethoden, weil die Aufnahme der körperlichen Äußerungen die am meisten in die Augen springende Seite des Versuches bildet. Es versteht sich von selbst, daß auch verschiedene Ausdrucksformen gleichzeitig bei einem und demselben Versuch aufgenommen werden können.

VI. Die Auswertung der festgelegten Versuchsergebnisse d. h. der Aufzeichnungen und sonstigen Feststellungen bezl. der Äußerungen

der Vp, bezweckt in jedem Falle Rückschlüsse auf deren subjektives Verhalten. Gegeben sind immer nur Zeichen für das Subjektive, nicht die subjektiven Vorgänge selbst. Die Funktion dieser Zeichen ist eindeutig oder nicht. Als Beispiel für den ersteren Fall kann das Urteil „Gleich“ gelten, für den zweiten die Änderung einer Pulskurve. Aus diesen Zeichen kann nicht nur erschlossen werden, was als Bewußtes unmittelbar damit verknüpft war, sondern es lassen sich auch Beziehungen zwischen den Erlebnissen ermitteln, die ihrerseits nicht Gegenstand der Beobachtung seitens des Trägers sein können. Wenn die Vp angibt, es sei ihr unmöglich, sich ein Siebeneck vorzustellen unter gleichzeitiger Vergegenwärtigung sämtlicher Kanten, so bedarf es nur des richtigen Verständnisses dessen, was gemeint ist. Die Auswertung besteht also in diesem Falle in einem Erneuern, einem Sich-Hineindenken in die fremden Erlebnisse (Verstehen, Einfühlen: soviel wie Nacherleben). Das Ziel ist, ein möglichst getreues Bild nachschaffend von dem zu gewinnen, was der Vp bewußt und wie es ihr gegenwärtig war.

Die Rückschlüsse gehen aber auch auf Seiten am subjektiven Geschehen, die der Vp selbst nicht bewußt sind oder werden können. So läßt sich aus Gedächtnisleistungen, die in verschiedenen Zeitabständen zu dem Ausgangserlebnis erfolgt sind, der Verlauf des Vergessens ermitteln (als ein logarithmisch erfolgender). Diese Form der Auswertung trifft für alle quantitativen Fragen der experimentellen Psychologie zu, während qualitative Feststellungen sich in der ersteren Form vollziehen. Beide Male handelt es sich um eine Interpretation von Quellen oder von Zeichen für etwas Psychisches, die den sprach- und geschichtswissenschaftlichen Verfahrensweisen entspricht. In gleichem Sinne ist eine äußere und eine innere Kritik dieser Quellen erforderlich, d. h. sie sind auf ihre Zuverlässigkeit zu prüfen nach Gesichtspunkten, die aus ihnen selbst oder durch Heranziehung sonstiger Mittel zu entnehmen sind. Ein Protokoll ist unbrauchbar, wenn es augenscheinliche Widersprüche enthält. Ebenso verliert es seinen Wert, wenn ein Vergleich mit anderen Angaben unbegründete Unterschiede ergibt.

Was die quantitative Auswertung betrifft, so bedingt sie die Anwendung mathematischer Hilfsmittel, wie sie die Wahrscheinlichkeitsrechnung an die Hand gibt. Es sind hauptsächlich zwei Gebiete, die für die Psychologie in Betracht kommen, die Statistik und die Kollektivmaßlehre: Unter Statistik versteht man jede Darstellung von Zuständen und Vorgängen auf Grund der Auszählung einer Gesamtheit als gleichartig betrachteter Einheiten nach bestimmten Merkmalen. Ein Kollektivgegenstand ist eine Klasse von Einzelgegenständen oder Individuen oder Ereignissen, die eine individuell veränderliche Eigenschaft besitzen, mit Rücksicht auf welche sie sich ordnen lassen, und die daher ordnendes Merkmal genannt wird.

Die gebräuchlichsten Formen quantitativer Auswertung sollen im Hinblick auf die nachfolgenden Übungsaufgaben hier aufgeführt werden.

1. Die Tabelle: Jede Mehrzahl von Beobachtungen bedarf zu ihrer Verwertung einer Ordnung nach den Gesichtspunkten der Über-

einstimmung und Verschiedenheit. Am einfachsten erreicht man diesen Zweck durch eine übersichtliche Zusammenstellung in Form einer Tabelle. Hat man z. B. die Schreibgeschwindigkeit von 200 Personen durch dreiminutenlanges Abschreiben einstelliger Ziffern geprüft, so läßt sich das Ergebnis in wenigen Zahlen mittels der folgenden Tabelle zusammenfassen:

Tabelle 1.

| | Zahl der in 3 Minuten abgeschriebenen einstelligen Ziffern | | | | |
|-------------------------------|--|---------|---------|---------|---------|
| | 140—170 | 170—200 | 200—230 | 230—260 | 260—290 |
| Zahl d. zugehörigen Personen: | 23 | 30 | 89 | 47 | 11 |

Man sieht: Eine Tabelle besteht aus einem Rechteck, das eingeteilt ist in senkrechte und wagerechte, wechselseitig sich schneidende Streifen. Jeder Streifen hat eine bestimmte Bedeutung, die am Kopfende angemerkt ist. Das Material — Zahlen im Beispiel — wird entsprechend in senkrechte und wagerechte Linien angeordnet, derart, daß jede Zahl in einen Schnittpunkt zweier Streifen, in ein Tabellenfach, zu stehen kommt und so stets eine doppelte Bedeutung besitzt. Die Tabelle stellt demnach Beziehungen dar. Sie kommt zustande durch einfache Rechenoperationen:

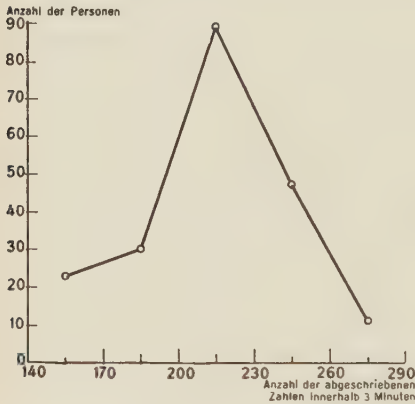


Abb. 1.

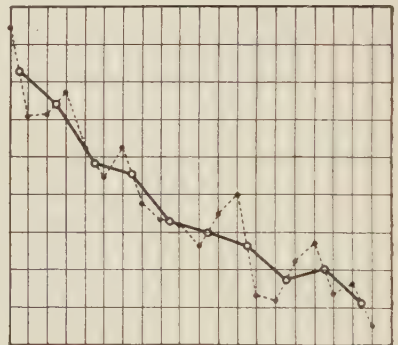


Abb. 2.

im vorliegenden Falle durch Addition und Division (Einteilung der Schreibgeschwindigkeit in gleiche Stufen). — Für die Anlage brauchbarer übersichtlicher Tabellen lassen sich keine allgemeinen Regeln aufstellen. Es ist eine Sache der Übung, der Geschicklichkeit und des Ausprobierens im einzelnen Falle.

2. Die Kurve: Die Beziehungen, die eine Tabelle ausdrückt, lassen sich veranschaulichen durch graphische Darstellung in Gestalt einer Kurve. Dabei werden die beiden Dimensionen der Tabelle beibehalten: die horizontale als Abszissenachse (x-Achse) und die vertikale als Ordinate.

natenachse (y-Achse); die Zahlen werden versinnbildlicht durch lineare Abstände. Die Kurve (Abb. 1) gibt den Inhalt der Tab. 1 wieder. Jeder Punkt der Kurve ist bestimmt durch seine beiden Koordinaten; das sind seine senkrechten Abstände von den beiden Achsen. Die durch den Versuch gefundenen Kurvenpunkte werden geradlinig untereinander verbunden, wodurch die Kurvenlinie zustande kommt. Die Verbindungsstrecken geben eine Vorstellung von der wahrscheinlichen Lage der nicht ermittelten Kurvenpunkte. Der Wert einer Kurve hängt wesentlich von der verhältnismäßigen Anzahl tatsächlich bestimmter Punkte ab; ferner von ihrer Lage: ob sie den charakteristischen Verlauf erkennen lassen oder nicht. Häufig wird ein und dasselbe Koordinatensystem für mehrere Kurven gleichzeitig verwandt: sie werden zum Unterschied ausgezogen, punktiert und unterbrochen gezeichnet. Um die Bedeutung der einzelnen Kurvenpunkte leichter zu ermitteln, wird das Koordinatensystem oft mit einem Netz versehen (Abb. 2), das die Einteilung von Abszisse und Ordinate wiedergibt. Verläuft eine Kurve sehr unregelmäßig, so kann man die graphische Ausgleichung anwenden: Je zwei und zwei Werte vereinigt man zum Mittel, so wie es aus Abb. 2 zu entnehmen ist. Gegebenenfalls wird das Verfahren wiederholt. Bei einiger Übung gelingt eine brauchbare Ausgleichung auch durch Augenmaß.

Die Tabelle und besonders die Kurve sind mit die wichtigsten Darstellungsmittel von Beobachtungsergebnissen und sollten daher in den möglichen Fällen regelmäßig angewandt werden. Die graphische Darstellung hat vor jeder Zusammenstellung den Vorzug größerer Einfachheit und leichter Überschaubarkeit. Während mit wachsender Zahl der Einzelwerte die Tabelle meist groß und schwer leserlich wird, bleibt die Kurve als solche die gleiche und behält damit ihre Übersichtlichkeit.

3. Mittelwerte: Die kürzeste Kennzeichnung einer Reihe zusammengehöriger Zahlen ermöglicht ein sog. Mittelwert, d. h. eine einzelne Zahl, die stellvertretend die Gesamtheit der Einzelwerte ersetzt. Man unterscheidet drei Arten: das arithmetische Mittel (A. M.), das Stellungs- mittel (auch Zentralwert genannt) und das Dichtigkeitsmittel. Zu jedem Mittelwert gehört ein Streuungsmaß, d. h. ein zahlenmäßiger Ausdruck für die Größe der Abweichung zwischen Mittelwert und Ausgangszahlen. Das arithmetische Mittel (Streuungsmaße: die mittlere Variation und die mittlere quadratische Abweichung): Das A. M. ist gleich der

Summe der Einzelwerte Σe , geteilt durch ihre Anzahl n : $\frac{\Sigma e}{n}$: die mittlere Variation (mV) ist gleich der Summe der Differenzen zwischen dem arithmetischen Mittel und den Ausgangswerten Σd (ohne Rücksicht auf das Vorzeichen), geteilt durch die Anzahl n : $\frac{\Sigma d}{n}$. Der betreffende Zahl-

wert ist dann mit beiderlei Vorzeichen zu versehen. Die positiven und die negativen Abweichungen vom Mittel sind getrennt zu behandeln, wenn sie sich nach ihrem eigenen arithmetischen Mittel wesentlich voneinander unterscheiden. Es werden dann die untere und obere mV gesondert angegeben, in derselben Weise wie die mV. Daneben kommt als zweites,

genaueres Streuungsmaß die mittlere quadratische Abweichung (mqA) in Betracht: $\sqrt{\frac{\sum d^2}{n}}$. Beispiel:

| Beobachtete Werte (9): | Differenzen zwischen beob- achteten Werten und A. M.: | | | | Quadrate der Differenzen: |
|--|--|------|---|--------|---|
| 25,5 | — | 26,9 | = | — 1,4 | $1,4^2 = 1,96$ |
| 22,5 | — | 26,9 | = | — 4,4 | $4,4^2 = 19,36$ |
| 26,0 | — | 26,9 | = | — 0,9 | $0,9^2 = 0,81$ |
| 24,0 | — | 26,9 | = | — 2,9 | $2,9^2 = 8,41$ |
| 22,0 | — | 26,9 | = | — 4,9 | $4,9^2 = 23,81$ |
| 31,1 | — | 26,9 | = | + 4,2 | $4,2^2 = 17,64$ |
| 28,5 | — | 26,9 | = | + 1,6 | $1,6^2 = 1,56$ |
| 23,4 | — | 26,9 | = | — 3,5 | $3,5^2 = 12,25$ |
| 39,0 | — | 26,9 | = | + 12,1 | $12,1^2 = 146,41$ |
| Summe: 242,0 | Summe: 35,9 | | | | Summe: 232,21 |
| A.M. = $242 : 9 = 26,9$ mV = $35,9 : 9 = \pm 3,9$ $= \pm 14,5\%$ | (ohne Rücksicht auf das Vorzeichen) | | | | $mqA = \sqrt{\frac{232,21}{9}}$ $= 5,28$ |
| u. mV = $-18,0 : 6 =$ $-3,0$ | Summe der negativen Differenzen: —18,0 | | | | |
| o. mV = $17,9 : 3 = 6,0$ | Summe der positiven Differenzen: 17,9 | | | | |

Das Stellungsmittel (der Zentralwert) und die Mittelzone als Streuungsmaß: Unter Stellungsmittel versteht man den Wert, der in der Mitte der nach der Größe geordneten Einzelwerte steht, bzw. das arithmetische Mittel aus den betreffenden zwei Werten, wenn die Anzahl der Ausgangswerte gerade ist. Als Streuungsmaß dient die Mittelzone, d. h. die Differenz zwischen unterem und oberem Zentralwert: So heißen die Stellungsmittel für die Reihen, die unter- oder oberhalb des Zentralwertes stehen.

Dieselben Werte wie im ersten Beispiel nach der Größe geordnet:

| | |
|-------------|--|
| 22,0 | |
| 22,5 | } 22,95 = unterer Zentralwert |
| 23,4 | |
| 24,0 | |
| 25,5 | = Stellungsmittel (Zentralwert) |
| 26,0 | |
| 28,5 | } 29,8 = oberer Zentralwert |
| 31,1 | |
| 39,0 | |

Streuungsmaß: Mittelzone = $29,8 - 22,95 = 6,85$.

Das Dichtigkeitsmittel: In Tab. 1 ist die Zahl 215 der häufigste Einzelwert der Beobachtungsreihe. Verglichen mit ihm zeigen die übrigen Werte insofern ein übereinstimmendes Verhalten, als sie um so seltener auftreten, je weiter sie sich der Größe nach von 215 entfernen, entsprechend der Gauß'schen Fehlerkurve: Das kommt deutlich zum Ausdruck bei der Kurve (Abb. 1): rechts und links von dem Gipfelpunkt fällt die Kurve ständig ab. Ein Wert mit den Eigenschaften der Zahl 215 ist als Dichtig-

keitsmittel anzusehen. Es kommt also nur in Betracht bei Reihen, die eine entsprechende Wiederholung einer einzelnen Zahl, dazu die beschriebene Lagerung der übrigen Werte aufweisen. Bei biologischen Größen stellt es den sog. Typ dar, z. B. von den Körpergrößen eines Volksstammes. Als Streuungsmaß dient die mV.

Aus der Eigenart der verschiedenen Mittelwerte geht hervor, daß sie nicht beliebig verwandt werden können. In der Regel kommt das A. M. in Betracht, vorausgesetzt, daß die betreffenden Zahlen keine plötzlichen Übergänge aufweisen, sich also durch ihre Größenordnung nicht gänzlich voneinander unterscheiden. Eine entsprechende Zusammengehörigkeit der Einzelwerte ist demnach Bedingung für die Anwendung des A. M. Weist eine Beobachtungsreihe vereinzelte, stark vom Durchschnitt abweichende Zahlen auf, so empfiehlt sich das Stellungsmittel. Kommt endlich ein einzelner Wert besonders oft vor, während sich die übrigen in regelmäßigem Abfalle um ihn gliedern, so ist das Dichtigkeitsmittel zu wählen. — Vergleichende Anwendung von Mittelwerten ist angezeigt.

4. Formeln: Der Gang einer quantitativen Auswertung vollzieht sich meist in der Reihenfolge: Ordnung der Einzelergebnisse in Form einer Zusammenstellung, dann graphische Darstellung, danach Berechnung von Mittelwerten und schließlich Anwendung von Formeln, genauer von Formelgleichungen. Letztere erlauben die genaueste und vollständigste Darstellung von Beobachtungsreihen. In der Psychologie sind in zwei Fällen solche Gleichungen anwendbar: bei der Psychophysik, welche die quantitative Abhängigkeit von Reiz und Bewußtseinsvorgang zum Gegenstande hat, und bei der Korrelationsrechnung. Korrelation bedeutet jeden Zusammenhang, dem ein Wahrscheinlichkeitsgrad, keine Gewißheit zukommt. Sie ist als Vorstufe des eindeutigen strengen Gesetzes aufzufassen. (Beispiele für beide Arten in den § 2 und 13.)

3. Einteilung der psychologischen Versuche:

A. Einfache Lösungsversuche (Grundversuche)

| I. Auffassungsversuche | | II. Verwendungsversuche | |
|---|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 1. Gesicherte: | 2. Nichtgesicherte: | 1. Für übereinstimmende Inhalte: | 2. Für andersartige Inhalte: |
| Typ: Psychophysischer Vergleichsversuch | Typ: Tachistoskopischer Versuch | Typ: Reproduktionsversuch | Typ: Assoziationsversuch |

B. Zusammengesetzte Lösungsversuche

| I. Äußerungsversuche | II. Dispositionsversuche |
|--------------------------|---|
| 1. Zeitmeßversuche | 1. Arbeitsversuche |
| 2. Beschreibungsversuche | 2. Pharmakologische, hypnotische Versuche |
| 3. Ausdrucksversuche | 3. Prüfungsversuche (Tests) |

Die vorstehende Übersicht gibt die wichtigsten Formen des psychologischen Versuches an. Ausgangspunkt ist die Tatsache, daß es sich um ein bestimmtes Verhalten gegenüber Reizen handelt, geregelt durch Aufgaben. Daraus ergibt sich als Grundform der einfache Aufgabelösungs-

versuch (kurz: Lösungsversuch). Einfach heißt er, weil sich die Äußerung der Vp auf die Angabe der Lösung beschränkt, unter Verzicht auf alle sonstigen Aussagen; weil ferner größtmögliche Konstanz des Bewußtseinszustandes angestrebt wird. Seine vier Typen lassen sich zunächst gliedern in Auffassungs- (Beobachtungs-) und Verwendungsversuche, je nachdem die durch den Reiz ausgelöste Wahrnehmung selbst das Ziel der Aufgabe abgibt oder nur als Mittel zum Zweck dient. Im ersteren Falle macht es einen wesentlichen Unterschied aus, ob die Auffassungsbedingungen so günstig als möglich gewählt oder absichtlich erschwert werden (durch kurzdauernde Darbietung z. B.). Bei den Verwendungsversuchen ist auseinanderzuhalten, ob der Gegenstand der Leistung ein der Ausgangswahrnehmung nächstverwandter oder ein davon grundsätzlich verschiedener Inhalt ist. (Gedächtnisversuche im engeren Sinne, außerdem die umfangreiche Gruppe der nicht gedächtnismäßigen Verwendungsversuche.)

Die zusammengesetzten Lösungsversuche ergeben sich durch die Ausgestaltung des einfachen, indem zunächst die über bloße Aufgabelösung hinausgehenden Äußerungen (das Wort im weitesten Sinne) erfaßt werden: durch Beschreibung des Versuchserlebnisses auf Grund der Selbstbeobachtung, durch Messung seiner Dauer und durch Festlegung körperlicher Begleiterscheinungen. Vielfach findet eine Verknüpfung dieser Verfahrensweisen statt, besonders in Form von Aufgabelösung, Erlebnisbeschreibung und Zeitmessung. Der vollkommene Versuch würde alle Möglichkeiten in dieser Hinsicht regelmäßig in sich vereinigen, also auch die Puls- und Atmungs- und verwandte Ausdruckserscheinungen mit berücksichtigen. — Zusammengesetzte Lösungsversuche kommen auch dadurch zustande, daß bei den einfachen der sonst möglichst unverändert gehaltene Bewußtseinszustand plannmäßig abgeändert wird. Je nachdem die natürlichen täglichen Dispositionsschwankungen oder die großen, bleibenden Entwicklungs- und Anlageverschiedenheiten in Betracht kommen oder endlich pharmakologische bzw. hypnotische Beeinflussungen des Gesamtzustandes herbeigeführt werden, gelangt man zu anderen Arten des Dispositionsversuches. — Aus den angeführten Versuchsformen entstehen durch entsprechende Verknüpfung weitere Verfahrensweisen verwickelter Art.

4. Regeln für psychologische Übungsversuche.

Zweck des psychologischen Praktikums ist die Aneignung der wichtigsten Tatsachen und Methoden der Psychologie auf Grund eigener Arbeit. Dieses Ziel wird erreicht durch die möglichst selbständige Ausführung von Übungsversuchen; selbständig soll die Durchführung sein, was die Leitung der Versuche, die Handhabung von Apparaten und die Protokollführung sowie was die Beobachtung als solche betrifft. Die erfolgreiche Durchführung der Versuche schließt die Vermeidung bestimmter Fehler und damit die Beachtung folgender Punkte in sich:

1. Die Versuche müssen unter den günstigsten Beobachtungsbedingungen angestellt werden: Jedes überflüssige oder laute Wort ist zu vermeiden, besonders wenn Beobachtungen stattfinden. Die Vp soll über ihre Aufgabe genau und unmißverständlich unterrichtet werden: Vor Versuchs-

beginn ist sie zu fragen, ob sie sich vollständig klar ist. Reize dürfen nicht in störender Form geboten werden. Unbequeme Haltung der Vp, Hast, Unsicherheit und Fehler bei der Bedienung von Apparaten sind zu vermeiden durch zweckmäßige Wahl des VI-s sowie durch Vorversuche, die man den Hauptversuchen zur Übung und Gewöhnung der beteiligten Personen vorausschickt. Die Protokollführung muß ebenso sorgfältig wie unauffällig vor sich gehen. Wenn angängig, wird eine Versuchswand benutzt, d. h. eine auf den Tisch zu setzende senkrechte Wand, die der davorstehenden Vp den VI, die Protokollführung und die Bedienung der Versuchsanordnung verdeckt. Von letzterer zeigt ein Ausschnitt in der Wand nur so viel, als zur Reizgebung erforderlich ist.

2. Theoretische oder kritische Erwägungen sind — ausgesprochen oder unausgesprochen — bis zum Abschlusse der Versuche zu verschieben. Besonders die Vp-en sollen sich ganz und unvoreingenommen ihrer Aufgabe widmen; gegebenenfalls ist zu Protokoll zu geben, falls dies mißlingt.

3. Die Versuchsergebnisse trägt jedes Mitglied, gleichgültig, ob es Protokollführer war oder nicht, vor Beendigung einer Übung ein, da ohne das eine richtige Ausnutzung der Versuche nicht möglich ist. Eine solche setzt — abgesehen von dem vorherigen Besuch einer Vorlesung über Psychologie — den Gebrauch eines geeigneten Lehrbuches voraus. In Betracht kommen u. a.:

H. Ebbinghaus, Abriß der Psychologie. 6. Aufl. Von K. Bühler, Leipzig 1919.

Knappste Darstellung, assoziationspsychologisch, als solche ausgezeichnet.

St. Witasek, Grundlinien der Psychologie. 1907.

Gedrängte Übersicht, produktions-psychologisch eingestellt.

A. Messer, Psychologie. 4. Aufl., 1928.

Standpunkt der Funktionspsychologie; berücksichtigt die neuesten Ergebnisse.

J. Lindworsky, Experimentelle Psychologie. 2. Aufl., München 1921.

Dem Buche von Messer verwandt, aber kürzer und übersichtlicher.

E. B. Titchener, Lehrbuch der Psychologie, übers. von O. Klemm. 2. Aufl., 1926.

Standpunkt der Assoziationspsychologie; zahlreiche Abbildungen.

J. Fröbes, Lehrbuch der experimentellen Psychologie. 2 Bde., 3. Aufl., 1923 u. 29.

Beste Darstellung des gegenwärtigen Wissens.

H. Ebbinghaus, Grundzüge der Psychologie. 2 Bde. 4. Aufl. von K. Bühler.

Ähnlich wie das vorige Werk für weitergehende Ansprüche berechnet.

J. Geyser, Lehrbuch der allgemeinen Psychologie. 2 Bde. Münster 1920.

In der Mehrzahl der Fälle wird der Gang des Praktikums sich so gestalten, daß die Teilnehmer sich zu Gruppen von je vier Mitgliedern zusammenschließen, um im Laufe der Übungen gemeinsam zu arbeiten. Der Gewinn des Praktikums ist wesentlich von dem geschickten Zusammenarbeiten der Gruppenmitglieder abhängig. Mit Rücksicht darauf ist noch folgendes zu berücksichtigen:

Die Mitglieder einer Gruppe können entweder als Beobachter bzw. Vp oder als VI zur Bedienung von Apparaten und zur Aufzeichnung der Ergebnisse sowie als Gehilfe des VI-s bei Handhabung von Instrumenten und Verwertung von Protokollen an den Versuchen teilnehmen.

Die Einteilung der gemeinsamen Arbeit einer Gruppe geschieht so, daß möglichst jedes Mitglied bei jedem Versuche Beobachter sein kann, d. h. sich aus eigener Anschauung von den Tatsachen überzeugt. Wenn

nicht mehrere Personen gleichzeitig beobachten können, so sollen — falls die Zeit reicht — Vp und VI miteinander abwechseln. Das gilt besonders dann, wenn bei den Ergebnissen verschiedener Personen typische individuelle Unterschiede zu erwarten sind, bei Reaktions- und Gedächtnisversuchen z. B.

Es ist notwendig, sich bei Beginn der Versuche über die beste Arbeitseinteilung innerhalb der Gruppe klar zu werden. Je nach Art des Versuches wird sie anders ausfallen müssen: Am leichtesten fällt die Einteilung für die vier Gruppenmitglieder, wenn alle Beobachter sein können und höchstens eines beiläufig die Bedienung eines Apparates übernimmt, so z. B. bei optischen Versuchen: Farbenmischungen, Kontrasterscheinungen usw. Bei verwickelteren Versuchen, bei Reaktionsversuchen oder der Bestimmung von Sinnespunkten etwa, wird die Einteilung von vornherein dadurch bestimmt, daß nur eine Vp in Betracht kommt. Ein zweites Gruppenmitglied übernimmt die Reizgebung, wobei ihm ein drittes behilflich ist, während auf das vierte das Protokoll und seine Verwertung entfallen. Wieder eine andere Einteilung ist erforderlich, wenn nur eine Person jeweils beobachten kann, eine weitere zur Bedienung von Apparaten oder zur Protokollführung nicht in Frage kommt, wie es z. B. beim Stereoskop der Fall ist. In solchen Fällen kann sich eine ganze Gruppe zu gleicher Zeit nicht in derselben Weise beschäftigen: die verschiedenen Teilnehmer müssen verschiedene Versuche ausführen und sich rechtzeitig abwechseln. Während z. B. zwei Praktikanten eine stereoskopische Bilderserie vornehmen, können die beiden anderen entsprechende Beobachtungen am Verant oder Stroboskop anstellen.

O. Külpe, Über die Methoden der psychologischen Forschung. Internat. Monatsschrift f. Wissensch. u. Technik, 1914, Heft 9 u. 10.

O. Külpe, Vorlesungen über Psychologie, herausgeg. von K. Bühler. Leipzig 1920.
Die Ausführungen zur Methodenlehre verdienen besondere Beachtung.

G. Anschütz, Über die Methoden der Psychologie. Arch. f. d. ges. Psychol. Bd. 20. 1911.

A. Turmakin, Die Methoden der psychologischen Forschung. Leipzig 1929.

R. Pauli, Einführung in die experimentelle Psychologie. Leipzig 1927.

Enthält hauptsächlich eine psychologische Methodenlehre.

A. Lehmann, Lehrbuch der psychologischen Methodik. Leipzig 1906.

Eine kurzgefaßte Einzelbearbeitung.

H. Münsterberg, Über Aufgaben und Methoden der Psychologie. Leipzig 1891.

O. Lipmann, Handbuch psychologischer Hilfsmittel der psychiatrischen Diagnostik. Leipzig 1922.

R. Tigerstedt, Handbuch der physiologischen Methodik. Bd. III. 1. Abtlg. Leipzig 1910.

E. Abderhalden, Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abtlg. 6: Methoden der experimentellen Psychologie. Berlin-Wien 1921.

Eine erschöpfende Darstellung aller psychologischen Methoden.

M. Frischeisen-Köhler, Grenzen der experimentellen Methode. Schriften zur Förderung des Bildungswesens. Berlin 1918.

G. E. Müller, Zur Analyse der Gedächtnistätigkeit und des Vorstellungsverlaufes. Zeitschrift f. Psychol. Erg. Bd. 5, 1911.

Wichtig wegen eines eigenen Abschnittes über Selbstbeobachtung.

H. Bergmann, Untersuchungen zum Problem der Evidenz der inneren Wahrnehmung. Halle 1908.

Kommt für die Theorie der Selbstbeobachtung in Betracht.

M. Scheler, Zur Phänomenologie und Theorie der Sympathiegefühle und von Liebe und Haß. Halle 1913.

Vertritt den Standpunkt, daß auch ein fremdes Bewußtsein Gegenstand unmittelbarer Erfahrung sein könne.

E. v. Aster, Die psychologische Beobachtung und experimentelle Untersuchung von Denkvorgängen. Zeitschr. f. Psychol., Bd. 49, 1908.

Wichtig für die Unterscheidung von Kundgabe und Beschreibung.

E. Becher, Geisteswissenschaften und Naturwissenschaften. München-Leipzig 1921.

Behandelt u. a. auch die allgemeinen Methodenfragen der Psychologie.

W. Baade, Über psychologische Darstellungsexperimente. Archiv f. d. ges. Psychol., Bd. 35, 1916.

W. Baade, Über Unterbrechungsversuche als Mittel zur Unterstützung der Selbstbeobachtung. Zeitschr. f. Psychol., Bd. 64, 1913.

E. Bernheim, Einleitung in die Geschichtswissenschaft. 3. u. 4. Aufl. Leipzig 1926.
Eine sehr klare, inhaltreiche Darstellung.

O. Meissner, Wahrscheinlichkeitsrechnung nebst Anwendungen. Leipzig 1912.

Eine kurzgefaßte Einleitung.

S. Schott, Statistik. Leipzig und Berlin 1913.

Eine geschickt geschriebene Einführung.

H. Forcher, Die statistische Methode als selbständige Wissenschaft. Eine Einführung in deren Fundamente und Grundzüge. Leipzig 1913.

Gibt u. a. eine ausführliche Darstellung der Wahrscheinlichkeitsrechnung sowie eine kurze Einleitung in die Infinitesimalrechnung.

O. Lipmann, Abzählende Methoden und ihre Verwendung in der psychologischen Statistik. Leipzig 1921.

L. Michaelis, Einführung in die Mathematik für Biologen und Chemiker. 2. Aufl., Berlin 1922.

Wiederholung der Elementarmathematik, sodann eine leicht faßbare Darstellung der Infinitesimalrechnung.

P. Lazarsfeld, Statistisches Praktikum für Psychologen und Lehrer. Jena 1929.

Das neueste und beste Hilfsmittel für mathematische Fragen in der Psychologie.

Vgl. ferner zur Frage der psychologischen Methodik die Quellennachweise des § 2.

III. Von den Arten und Einteilungen der Bewußtseinsvorgänge.

Die Beschreibung der subjektiven Vorgänge erfordert zunächst eine Zergliederung ihrer Mannigfaltigkeit. Eine solche Analyse führt schließlich zur Feststellung einfacher, nicht weiter zerlegbarer Prozesse mit bestimmten Eigenschaften (Merkmalen). Die Beschreibung der Gesichtswahrnehmungen z. B. trifft auf eine Reihe einfacher Eindrücke, die unter den Namen Rot, Gelb, Grün, Blau, Schwarz und Weiß bekannt sind. Die Unterschiede, die damit bezeichnet werden, sind qualitativer Art. Zu der Qualität kommen noch Dauer und Intensität: als allgemeinste Bestimmungsstücke dieser einfachsten Erlebnisse. In entsprechender Weise sind beim Geschmackssinn Süß, Sauer, Salzig und Bitter als einfachste Eindrücke festgestellt worden. Mit den Bestandteilen der optischen Wahrnehmungen haben sie u. a. die Gleichartigkeit der Entstehungsbedingungen sowie den anschaulichen, gegenständlichen Charakter gemein. Diese Übereinstimmung kommt in der gemeinsamen Bezeichnung der genannten Bewußtseinsvorgänge durch den Begriff der Empfindung zum Ausdruck. Mit den Empfindungen wesensverwandt sind ihre Erinnerungsbilder, die Vorstellungen. Ein wichtiger Unterschied besteht in den andersartigen Entstehungs- und Ablaufsbedingungen: für die Vorstellungen sind nicht so sehr wie für die Empfindungen die äußeren Reize maßgebend, als vielmehr die Beziehungen, in denen die zugrunde liegenden Wahrnehmungen

zueinander stehen: deren Ähnlichkeit oder zeitliche Nachbarschaft (Berührung) bestimmt die Vorstellungsverbindungen (Assoziationen), d. h. die Reihenfolge, in der sie aufeinander folgen.

Eine bestimmte theoretische Richtung in der Psychologie sieht in den Empfindungen und Vorstellungen die einzigen psychologischen Elemente und in den beiden Assoziationsformen die einzigen Arten ihrer Verbindung. Alle sonstigen Bewußtseinserscheinungen glaubt sie auf diese Grundtatsachen zurückführen zu können. Demnach werden alle Erlebnisse als Arten, Merkmale oder Verbindungen von Empfindungen und Vorstellungen aufgefaßt, sofern nicht ihr Vorhandensein als solches in Abrede gestellt wird. Die Prozesse, um deren besondere Auffassung es sich hierbei handelt, sind: die Wahrnehmung von Gestalten, die Gefühle, ferner die Tatsachen, die unter Aufmerksamkeit und Denken verstanden werden, sowie das Ichbewußtsein und die Willensvorgänge. Vertreten wird diese Anschauung von der Assoziationspsychologie: so genannt wegen der überragenden Bedeutung, die sie bei der Beschreibung des Bewußtseinslebens den Assoziationen beimißt. Als Sensualismus bezeichnet man diese Richtung auch im Hinblick auf die Stellung, die sie den Empfindungen und damit den Sinnen einräumt.

Im Gegensatz zur Assoziationspsychologie nehmen die übrigen theoretischen Grundanschauungen in der Psychologie — es handelt sich hauptsächlich um zwei — noch weitere subjektive Elemente an. Die Apperzeptionspsychologie betrachtet das Gefühl als etwas Ursprüngliches: es tritt als zweites Element neben die Empfindung bzw. Vorstellung. Dadurch wird auch die Lehre vom Vorstellungsablauf beeinflußt. Je nachdem das sog. Tätigkeitsgefühl, das für die Erscheinungen der Aufmerk-

Übersicht über die Einteilungsversuche:

| Theoretische Hauptrichtungen der Psychologie: | Kennzeichnung nach | |
|--|--|---|
| | Elementen: | Formen der Verbindung: |
| Assoziations- psychologie | Empfindungen einschließlich der Vorstellungen | Assoziationen nach der Ähnlichkeit und der zeitlichen Nachbarschaft |
| Apperzeptions- psychologie | 1. Empfindungen 2. Gefühle | 1. Assoziationen 2. Apperzeptionen |
| Funktions- psychologie (Determinations-, Produktions- psychologie) | 1. Inhalte (Erscheinungen, nichtfundierte Inhalte): Empfindungen, Vorstellungen. 2. Funktionen (Akte, fundierte Inhalte): Denk-, Aufmerksamkeits-, Gefühls- und Willensvorgänge | 1. Assoziationen 2. Durch Funktionen bestimmte Verbindungen |

samkeit charakteristisch ist, einer Vorstellungsverbindung vorangeht oder nachfolgt, ist zu unterscheiden zwischen Apperzeptionen oder Assoziationen. Neben den Aufmerksamkeitserlebnissen und den Vorstellungsverläufen werden auch die Willensvorgänge und das Ichbewußtsein näher mit Hilfe von Gefühlen bestimmt. — Eine zweite Anschauung, die im Gegensatz zur Assoziationspsychologie steht und sich zudem wesentlich von der Apperzeptionspsychologie unterscheidet, vertritt die sog. Funktionspsychologie. Sie nimmt abermals neue Elemente hinzu und kommt damit zu einer anderen Einteilung der subjektiven Vorgänge. Nach ihr gibt es zwei Arten solcher Prozesse: die erste faßt unter dem Namen der Inhalte oder Erscheinungen die Empfindungen und Vorstellungen zusammen; die zweite besteht in den Denk-, Aufmerksamkeits-, Gefühls- und Willenserlebnissen, die nach dieser Auffassung ebenfalls eigenartige Elemente des Bewußtseins bilden. Sie werden als Funktionen oder Akte bezeichnet. Die Zweiteilung, von der die Funktionspsychologie ausgeht, ist auch in der Weise durchgeführt worden, daß man fundierte und nichtfundierte Inhalte angenommen hat. Unter den letzteren werden die Empfindungen und ihre Erinnerungsbilder verstanden, die dem Subjekt als etwas Selbständiges erscheinen, während die fundierten Inhalte stets auf einen anderen, einen nichtfundierten Inhalt bezogen werden und auch seinen Ablauf bestimmen können: Man hat also neben den Assoziationen durch Funktionen bestimmte Verbindungen zu unterscheiden. — Innerhalb der Inhalte werden häufig die anschaulichen als Vorstellungen im engeren Sinne von den unanschaulichen geschieden. Letztere heißen Bewußtheiten oder Gedanken, sofern man nicht von einem unanschaulichen Wissen spricht.

Der Funktionspsychologie verwandt sind die Determinations- und die Produktionspsychologie: so genannt nach der besonderen Art der von ihnen angenommenen Funktionen und ihrer Wirkungsweise. Die determinierende Tendenz ist begrifflich durch ein einziges wesentliches Merkmal gekennzeichnet: die Regelung des Geschehens entsprechend dem Sinne und der Bedeutung einer Zielvorstellung. Jeder sinnvoll geordnete und zielbewußte Ablauf des psychischen Geschehens setzt determinierende Tendenzen voraus: zum Unterschied von rein assoziativen Faktoren. In ähnlicher Weise wird die Vorstellungsproduktion von der bloßen assoziativen Reproduktion früherer Eindrücke unterschieden.

Für die Beurteilung dieser Einteilungen und Richtungen ist vor allem der Begriff des psychischen Elementes wichtig. Man kann darin gewissermaßen Bausteine sehen, die einfach aneinander gefügt das Ganze ergeben (atomisierende Auffassung, Bündeltheorie). Diese Anschauung liegt besonders der Assoziationspsychologie nahe, die sie jedoch nicht ausdrücklich vertreten hat. Im Gegensatz dazu steht die Meinung, daß ein Ganzes Merkmale besitze, die über die seiner Bestandstücke hinausgehen. (Prinzip der schöpferischen Synthese.) Neuerdings betont die Gestalt- oder Strukturpsychologie diesen Sachverhalt mit Nachdruck und erhebt ihn zur Grundlage ihrer Gesamtanschauung. Unter Gestalt ist ein Zusammensein von Phänomenen zu verstehen, in dem jedes Glied seine Eigenart nur durch und mit den anderen besitzt. Der Gestaltbegriff wird vielfach durch den

der Ganzheit ersetzt (Ganzheitspsychologie), eng verknüpft ist damit die Bezeichnung Komplexqualität. Für die sog. Lebenspsychologie gibt es nur eine einzige Ganzheit, das Ich. Es ist an allen Vorgängen beteiligt. Jede Heraushebung einzelner seelischer Inhalte bedeutet demnach eine künstliche Abstraktion. Was als Gefühle, Wille, Affekte usw. im Bewußtsein erscheint, sind alles nur Abarten des Icherlebens, Seiten ganzheitlicher Stellungnahmen des Ich, die sinnvoll nur in diesem Zusammenhange werden. Gegen den Begriff des psychischen Elementes richtet sich ausgesprochen die geisteswissenschaftliche Psychologie. Maßgebend ist für sie der Begriff des Verstehens, der verschieden gefaßt wird: einmal bedeutet er soviel wie Nacherleben (Einfühlung); sodann die Auffassung geistiger Zusammenhänge als sinnvoll, wobei der Wertgedanke unentbehrlich erscheint. — Im Hinblick auf die letzteren Anschauungen sei bemerkt: So richtig es ist, daß der Begriff des psychischen Elementes nicht in mechanisch-mathematischem Sinne genommen werden darf, so unentbehrlich ist eine Zergliederung der Bewußtseinsmannigfaltigkeit, die auf die Unterscheidung von einfachen und zusammengesetzten Erscheinungen nicht verzichten kann.

Die Aufstellung verschiedener Arten von subjektiven Prozessen, die Entscheidung über Vorhandensein bzw. Nichtvorhandensein einer solchen Art oder die Einordnung in die angenommenen Arten haben nicht bloß theoretische Bedeutung; vielmehr greifen diese Fragen unmittelbar und bestimmend in die empirische, experimentelle Untersuchung ein, so z. B. wenn der Nachweis versucht wird, daß die Verknüpfung der Vorstellungen nach der Ähnlichkeit oder der zeitlichen Nachbarschaft ihren Ablauf nicht restlos zu erklären vermag. Zum Verständnis vieler Versuche und eigens ausgebildeter Methoden ist daher die Kenntnis der wichtigsten Einteilungsversuche und ihrer Unterscheidungspunkte unentbehrlich. Mit den Klassifikationen sind zugleich die allgemeinsten Begriffe und damit die allgemeinsten Ergebnisse der seitherigen psychologischen Arbeit gegeben. Die Kenntnis dieser Namen und Bezeichnungen gehört jedenfalls zu den unerläßlichen Voraussetzungen für jede wissenschaftliche Betätigung innerhalb der Psychologie, die an den gegenwärtigen Stand der Forschung anknüpft, ganz besonders also für die Durchführung von Übungsversuchen.

R. Müller-Freienfels, Die Hauptrichtungen der gegenwärtigen Psychologie. Leipzig 1929.

A. Messer, Einführung in die Psychologie und die psychologischen Richtungen der Gegenwart. Leipzig 1927.

E. Saupe, Einführung in die neuere Psychologie. 3. Aufl. Osterwieck 1928.

Das sehr lehrreiche Buch besteht aus Beiträgen von den Vertretern der einzelnen Richtungen.

K. Bühler, Die Krise der Psychologie. 2. Aufl. Jena 1929.

Eingehende Darstellung der verschiedenen Richtungen.

Fr. Brentano, Von der Klassifikation der psychischen Phänomene. Leipzig 1911.

Eine wichtige Monographie.

C. Stumpf, Erscheinungen und Funktionen. Sitzungsbericht d. Preuß. Akad. d. Wissenschaften. 1907.

Im Verein mit der Arbeit von Brentano grundlegend für die Anschauungen der Funktionspsychologie.

A. Messer, Empfindung und Denken. 3. Aufl. Leipzig 1928.

Monographie vom Standpunkte der Funktionspsychologie.

G. Roffenstein, Das Problem des Verstehens. Ein Versuch über die Grundlagen von Psychologie, Psychoanalyse und Individualpsychologie. Stuttgart 1926.

Th. Lipps, Leitfaden der Psychologie. 3. Aufl. Leipzig 1909.

Wichtig besonders mit Rücksicht auf die Stellungnahme in allgemeinen Fragen (Einteilung der subjektiven Vorgänge).

Th. Ziehen, Leitfaden der physiologischen Psychologie. 11. Aufl. Jena 1920.

Darstellung im Sinne der Assoziationspsychologie.

W. Wundt, Grundriß der Psychologie. 10. Aufl. Leipzig 1911.

Vertritt den Standpunkt der Apperzeptionspsychologie.

Br. Petermann, Die Wertheimer-Koffka-Köhler'sche Gestalttheorie und das Gestaltproblem. Leipzig 1929.

§ 2. Psychophysik.

I. Allgemeines.

1. Die psychophysischen Aufgaben.

Gegenstand der Psychophysik sind die quantitativen Beziehungen zwischen Reizgrößen und den zugehörigen subjektiven Vorgängen von abstuftbarer Beschaffenheit. Letztere liegt vor, wenn die Urteile „gleich, kleiner, größer, vorhanden, nicht vorhanden“ auf die betreffenden Bewußtseinsinhalte anwendbar sind. Fünf psychophysische Aufgaben machen diese Beziehungen aus:

1. Die Bestimmung der unbedingten Schwelle (kurz: der Reizschwelle) d. h. derjenigen Reizgröße, bei der der zugehörige subjektive Vorgang gerade merklich wird.

Dieser Fall kann bei einer Reihe stetig ab- bzw. zunehmender Reize an zwei Stellen verwirklicht werden: erstens bei dem Übergang von einem unendlich kleinen Reize zu dem endlichen Wert, der sich als subjektiv wirksam erweist (untere Schwelle), zweitens bei derjenigen gesteigerten Zunahme des Reizes, die letzteren wiederum ohne subjektiven Erfolg läßt (obere Schwelle). Ein Beispiel hierfür ist die Bestimmung der unteren und der oberen Hörschwelle. Erst bei einer gewissen Schwingungszahl in der Sekunde (etwa 16) ist ein Ton — und zwar der tiefste — vernehmbar; ebenso kommt oberhalb von einer bestimmten Schwingungszahl keine Tonempfindung mehr zustande. Die Lösung dieser Aufgaben setzt objektiv einen einzelnen veränderlichen Reiz, subjektiv den Vergleich von Gesamtzuständen eines Sinnesgebietes voraus. — Der reziproke Wert der absoluten Schwelle heißt Empfindlichkeit.

2. Die Bestimmung der Unterschiedsschwelle, d. h. derjenigen Reizänderung, die für eine ebenmerkliche Änderung des zugehörigen Bewußtseinsvorganges erforderlich ist: also die Zu- oder Abnahme eines auf die Haut gesetzten überschwelligen Gewichtes z. B. Dementsprechend gibt es eine untere und eine obere Unterschiedsschwelle. Meist kommt nur die letztere in Frage und ist stets gemeint, wenn von Unterschiedsschwelle schlechtweg gesprochen wird.

Die Durchführung dieser Aufgabe bedingt objektiv einen veränderlichen Reiz oder zwei Reize, je nachdem es sich um aufeinanderfolgende oder gleichzeitige Darbietungen handelt; subjektiv schließt sie den Ver-

gleich zweier Bewußtseinsinhalte nach einer abstufbaren Seite hin ein. — Der Begriff der Unterschiedsempfindlichkeit entspricht dem der Empfindlichkeit.

3. Die Bestimmung zweier gleichwertig erscheinender Reize, z. B. einer Rot- und einer Grünempfindung von gleicher Helligkeit.

Die Voraussetzungen dieser Aufgabe entsprechen denen der vorigen, nur daß diesmal ausschließlich zwei Reize in Betracht kommen.

4. Die Bestimmung zweier gleichwertig erscheinender Reizunterschiede. Sie geschieht dadurch, daß zu zwei gleichartigen, aber verschieden großen Reizen ein dritter gesucht wird: dessen zugehörige Empfindung der Stärke nach zwischen beiden Ausgangseindrücken steht, so daß sie um den gleichen Betrag größer als die schwächere und geringer als die stärkere Empfindung erscheint. Als Beispiel kann das sog. mittlere Grau dienen d. h. diejenige Grauempfindung, die für den Beobachter in der Mitte zwischen reinem Weiß und tiefstem Schwarz steht.

Hier sind objektiv drei Reize erforderlich, während die subjektive Leistung in dem Vergleich zweier Empfindungsunterschiede besteht. Letztere unterscheiden sich von den seitherigen dadurch, daß sie nicht eben merklich zu sein brauchen, sondern meist, wie in dem Beispiel, übermerklich sind.

5. Die Bestimmung zweier gleichwertig erscheinender Reizverhältnisse: Ein gegebenes Reizverhältnis ($A:B$) soll bei anderer Größenordnung der Reize ($a:b$) hergestellt werden, so daß subjektiv die Proportion $A:B = a:b$ besteht (Proportionsvergleich): Gegeben sei eine Linie von 5 cm Länge, die im Verhältnis 2:3 geteilt ist (A und B). Das gleiche Verhältnis ist in verkleinertem Maßstabe herzustellen. Das kann z. B. durch entsprechende Teilung einer Strecke von 15 mm geschehen oder durch Verlängerung einer gegebenen Strecke von 6 mm um ein passendes Stück, das zu ihr im gesuchten Verhältnis zu stehen scheint. Im ersten Falle wird die Aufgabe durch gleichzeitige Änderung zweier Größen gelöst (durch Verschieben eines Teilstriches auf der Strecke von 15 mm): im zweiten Falle lediglich durch Änderung einer Größe: der zu A , B und a gesuchten vierten Strecke.

Diese Aufgabe verlangt subjektiv zu ihrer Lösung den Vergleich zweier Empfindungsverhältnisse oder relativer Empfindungsunterschiede und setzt objektiv vier verschiedene Reize voraus.

2. Die psychophysischen Methoden.

Die Lösung der psychophysischen Aufgaben ist an die Abstufung von Reizen geknüpft. Je nach der Form, in der die Reizänderung vorgenommen wird, unterscheidet man drei verschiedene psychophysische Verfahrensweisen:

1. Das Herstellungsverfahren überläßt es dem Beobachter, einen Reiz so abzuändern, daß er einem bestimmten Urteil entspricht, z. B. ein Licht einem zweiten an Helligkeit gleich zu machen. Ihrem Wesen nach ist die Methode wissenschaftlich.

2. Das Grenzverfahren: Ein Reiz, der das eine Mal bestimmt kleiner, das andere Mal augenscheinlich größer als sein gesuchter Wert ist, wird allmählich abgeändert, bis er die gesuchte Größe erreicht oder

$$S_u = \left(D_u - \frac{i}{2} \right) + \frac{\Sigma kl \cdot i}{n} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

S_u = unterer Unterschiedsreiz, D_u = Wert der tiefsten Stufe des veränderlichen Reizes, Σkl = Summe der „Kleiner“- oder „Schwächer“-Urteile. Die untere Unterschiedsschwelle US_u ist gleich $S_u - N$.

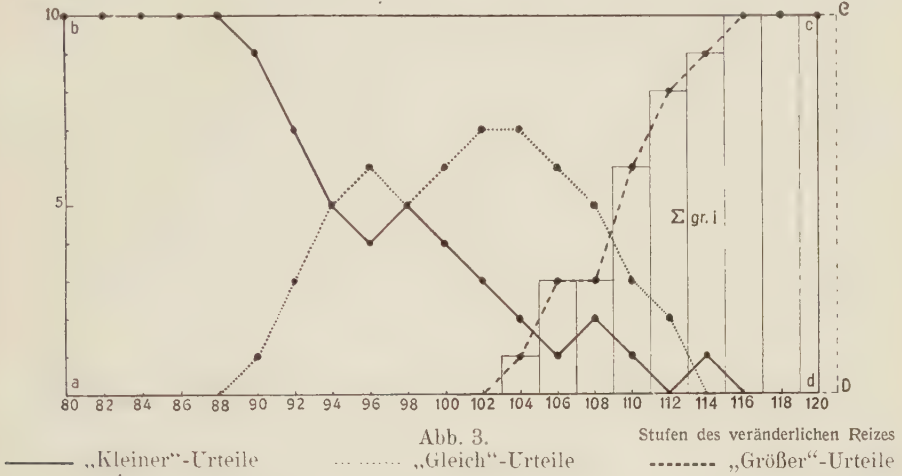
Die Differenz von S_0 und S_u ergibt die Zone der Gleichheitsurteile. Bezeichnet man letztere ebenso wie die Unsicherheitsurteile mit gl , so ist

$$S_0 - S_u = \frac{\Sigma gl \cdot i}{n} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

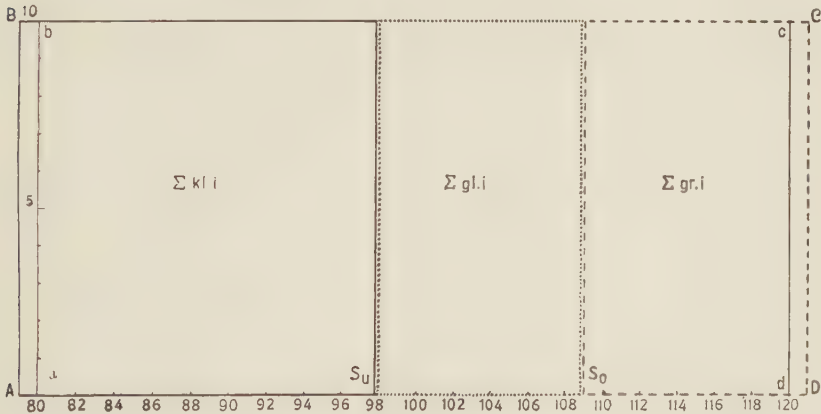
Diese Gleichung gestattet demnach, die Richtigkeit der Berechnung von S_0 und S_u nachzuprüfen. Das arithmetische Mittel von S_0 und S_u , also $\left(\frac{S_0 + S_u}{2} \right)$ ergibt den Wert des veränderlichen Reizes, bei dem die zugehörige Empfindung gleich der des Normalreizes zu sein scheint, dient also, kurz gesagt, zur Berechnung gleichwertig erscheinender Reize.

Der Sinn der Formeln wird klar, wenn man die darin vorkommenden Größen und ihre Beziehungen auf Grund eines bestimmten Beispiels graphisch veranschaulicht, wie es in den Abbildungen 3 und 4 geschehen ist. Es sind dort alle Zahlen geometrisch dargestellt, so daß die Kurven ein Bild der Gleichungen abgeben. Es handelt sich um Gewichtsvergleichungen, bei denen der eine Reiz, der sog. Normalreiz, den unveränderlichen Wert von 100 g besitzt. Der andere, der veränderliche oder Vergleichsreiz bewegt sich in Grenzen von 80—120 g, und zwar in Stufen von 2 zu 2 g. Jede Reizstufe ist 10mal zusammen mit dem Normalreiz dargeboten und auf ihre Stärke hin beurteilt worden (bezogen auf den Normalreiz). Die so ermittelten Gebiete der einzelnen Urteilsarten („Stärker“, „Schwächer“, „Gleich“ oder „Unentschieden“) sind aus Abb. 3 zu ersehen. Infolge der ungenauen Beurteilung der Reize besitzen die Kurven einen schräg abfallenden Verlauf und greifen ineinander über. Die einzelnen Reizstufen sind also nicht übereinstimmend beurteilt worden. Infolgedessen lassen sich die gesuchten Werte auch nicht unmittelbar aus den Versuchen bzw. den Kurven entnehmen. Das wäre nur dann der Fall, wenn die Grenzen zwischen den Urteilsgebieten durchaus scharf wären, d. h. geradlinig und senkrecht verliefen, wie es in Abb. 4 der Fall ist. Dann wäre jede Reizstufe einheitlich beurteilt worden. Die Berechnungsweise der Formeln läuft nun darauf hinaus, die durch den Versuch ermittelten Urteilsgebiete in die sog. Idealgebiete umzuwandeln, die sich ergeben würden, wenn eine unbedingt genaue Beurteilung der Reize — genauer: der Empfindungen — möglich wäre oder stattgefunden hätte. Die Idealgebiete sind Rechtecke vom gleichen Flächeninhalt wie die empirischen Urteilsgebiete, sämtlich mit der Seitenlänge n (vgl. Abb. 3 u. 4). Mit ihnen sind die erforderlichen scharfen Grenzen gegeben, die aus der graphischen Darstellung die Werte S_0 und S_u unmittelbar abzulesen erlauben. Unabhängig von ihr lassen sie sich mittels der Formeln berechnen, wie für S_0 gezeigt werden soll. Die Lage des Punktes S_0 (= 109 g) auf der Reizskala bzw. der Abszissenlinie ist bestimmt durch die Differenz zweier Strecken: $ad - S_0d$. Dementsprechend besteht die rechte Seite der Gleichung (1) aus der Differenz zweier algebraischer Ausdrücke, die ihrerseits nichts anderes als die beiden Strecken bedeuten. Wenn der Klammerausdruck $\left(D_0 + \frac{i}{2} \right) = ad$ an die Stelle von ad (= D_0) tritt, so rührt dies von der Berechnungsweise (Integration) des Gebietes der Größer-Urteile her. Dabei wird tatsächlich eine um $n \cdot \frac{i}{2}$ größere Fläche als die wirkliche bestimmt. Die Abbildungen 3 und 4 veranschaulichen dies durch das zum Teil unterbrochen gezeichnete Rechteck cd CD , das über das ursprünglich gegebene Urteilsgebiet hinausragt. Die Strecke S_0D ist ausgedrückt durch den Quotient $\frac{\Sigma gr \cdot i}{n}$.

Das Produkt im Zähler gibt den Flächeninhalt des Rechteckes an, das den Bereich der Größer-Urteile darstellt. Geometrisch gesprochen, ist es dasjenige langgestreckte Rechteck, dessen eine Seite gleich i und dessen andere gleich Σgr ist ($= 5 \text{ mm} \cdot 300 \text{ mm}$). Die Rechtecke, in die das Gebiet der Größer-Urteile zerlegt ist (Abb. 3), sind einfach an der kurzen Seite hintereinander gereiht zu denken. Die Berechtigung der Zerlegung



$D_0 = ad$; $\frac{i}{2} = dD$; i = Abstand 80—82, 82—84 usw. = 2; $n = cd = CD$ = Anzahl der auf jede Reizstufe entfallenden Urteile.



geht aus der Gleichheit der an der Kurve ein- und ausspringenden Dreiecke hervor. Der Inhalt des schmalen Rechteckes $\Sigma gr \cdot i$ ist nun gleich dem Idealgebiete der Größer-Urteile, wie es Abb. 4 zeigt: also gleich einem Rechtecke von den Seiten und damit von dem Inhalte $S_0 D \cdot CD = S_0 D \cdot n$, da $CD = cd = n$. Die Division von $S_0 D \cdot n$ durch n ergibt die gesuchte Strecke $S_0 D$ und damit auch der Ausdruck $\frac{\Sigma gr \cdot i}{n}$, da $\Sigma gr \cdot i = S_0 D \cdot n$.

Bei Durchführung der Rechnung für das gewählte Beispiel ergibt sich:

$$S_0 = \left(120 \text{ g} + \frac{2}{2}\right) - \frac{60 \cdot 2}{10} = 121 - 12 = 109 \text{ g},$$

derselbe Wert also, der aus dem Kurvenbild (Abb. 4) unmittelbar zu entnehmen ist. (Bezl. der Zahl 60 vgl. in Abb. 3 die Kurve der Größer-Urteile.) Den eigentlichen Schwellenwert U_{S_0} d. h. die Größe, die angibt, um wieviel der vorhandene Reiz (der Normalreiz) geändert werden muß bis zum Eintritt der Merkhlichkeit, findet man durch Subtraktion des Normalreizes N von S_0 : $109 - 100 = 9 \text{ g}$.

Die Überlegungen, die für die Formel zur Berechnung von S_0 angestellt worden sind, wiederholen sich in entsprechender Weise bei den übrigen Gleichungen. Die Ermittlung von S_u geschieht durch Addition zweier Strecken, daher die Änderung des Vorzeichens. Soweit letztere auch in der Klammer vorgenommen werden muß, liegt die Erklärung unmittelbar in Abb. 4. Setzt man die Werte, die aus der graphischen Darstellung zu entnehmen sind, in die betreffende Gleichung (2) ein, so erhält man:

$$S_u = \left(80 \text{ g} - \frac{2}{2}\right) + \frac{94 \cdot 2}{10} = 97,8 \text{ g}.$$

Die untere Unterschiedswelle beträgt demnach: $-2,2 \text{ g}$ ($= 97,8 - 100$).

Der so stark wie der Normalreiz erscheinende Reiz, der z. B. auf einer anderen Hautstelle zu denken ist, beträgt $103,4 \text{ g} = \frac{97,8 + 109 \text{ g}}{2}$.

Daß S_u und S_0 richtig berechnet sind, zeigt der Quotient

$$\frac{\sum \text{gl.} \cdot i}{n} = \frac{56 \cdot 2}{10} = 11,2 = 109 - 97,8.$$

Die Genauigkeit (der Fehler) der Schwellenbestimmungen läßt sich ebenfalls mit Hilfe von Idealgebieten berechnen: Die Ungenauigkeit ist offenbar um so größer, je

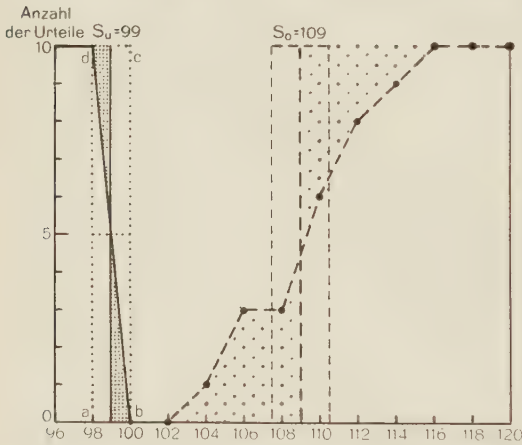


Abb. 5.

Die beiden unterbrochen gezeichneten Rechtecke bei S_0 stellen die Streuung ohne Korrektur dar

($\pm 1,5 \text{ g}$ abgerundet). Da $\frac{i}{8}$ gleich $0,25 \text{ g}$ ist, so beträgt der verbesserte Wert: $\pm 1,25 \text{ g}$; bezogen auf $U_{S_0} = 9 \text{ g}$ ergibt er rund $\pm 14\%$ als Fehler.

der besonderen Verhältnisse entspricht. In jedem Falle muß der so ermittelte Fehler um den

konstanten Betrag von $\frac{i}{8}$ verringert werden, weil auch bei vollkommen richtiger Beurtei-

mehr der Kurvenabfall von der Senkrechten abweicht. In dem Beispiele ist also der Fehler der oberen Schwelle kleiner als jener der unteren. Die Größe der Abweichung findet ihren Ausdruck in den Flächen, die rechts oben und links unten von der Schwellensenkrechten gelegen sind und die von dem zugehörigen Kurvenstück sowie von der Abszisse bzw. von ihrer Parallelen durch das Ende der Ordinate begrenzt werden. Sie umschließen die zu wenig und die zu viel abgegebenen Größer-Urteile (Abb. 5 rechts: die betreffenden Flächen sind punktiert). Man verwandelt letztere, die untereinander gleich sind, in entsprechende Rechtecke mit der Seite n d. h. in ihre Idealgebiete. Die zweite kleinere Rechteckeite liefert dann das Streuungsmaß (den Fehler): s. Abb. 5. Die Flächenberechnung kann bei Benutzung von Millimeterpapier einfach geometrisch vorgenommen werden, durch passende Zerlegung in Drei- oder Vierecke; andernfalls bedient man sich einer Formel, die den obigen unter Berücksichtigung

lung eine Ungenauigkeit von diesem Ausmaße auftreten würde. Nur wenn i ein sehr kleiner Wert ist, darf diese Korrektur vernachlässigt werden. Dieser Sachverhalt ist aus der graphischen Darstellung links zu entnehmen. Es ist dabei angenommen, daß alle Reizstufen, ausgehend von der kleinsten (nicht mitgezeichnet), bis zu 98 ausnahmslos als schwächer beurteilt worden sind, und daß von da an dieses Urteil überhaupt nicht mehr abgegeben worden ist (Idealfall). Die Kurve fällt dann geradlinig schräg zwischen den Reizstufen 98 und 100 ab. Als unterer Schwellenwert ergibt sich demnach 99 g. Der wahrscheinliche Fehler ist durch die punktierten Dreiecke ohne weiteres als $\pm \frac{i}{8}$ zu erkennen.

Allgemein sei zu der Berechnungsweise, die sich auf die Bestimmung der Idealgebiete stützt, bemerkt:

1. Sie ist nur zulässig unter bestimmten Voraussetzungen. Erstens muß die letzte Reizstufe stets richtig beurteilt sein. Andernfalls läßt sich das betreffende Urteilsgebiet nicht berechnen, da seine Grenzen nach einer Seite hin nicht feststehen. Aus dem gleichen Grunde muß die Reizstufe, bei der die betreffende Urteilsart nicht mehr auftritt, mit in den Versuchsbereich einbezogen sein. Zweitens müssen die Reizabstände untereinander gleich sein, damit sie durch die einheitliche Bezeichnung i und einen einheitlichen Wert dafür ausgedrückt werden können. Drittens ist erforderlich, daß die Anzahl der auf jede Reizstufe entfallenden Urteile die gleiche ist mit Rücksicht auf die gleichmäßige Geltung von n .

2. Die Formeln eignen sich weiter besonders für die Berechnung von Versuchsergebnissen, die nach dem Konstanzverfahren gewonnen sind, doch kommt auch das Grenzverfahren in Betracht, nicht dagegen die Herstellungsmethode, weil dabei die obigen Voraussetzungen nicht erfüllt werden können. Die Berechnung der Idealgebiete erlaubt übrigens auch die Bestimmung absoluter Schwellen, nur daß die Urteile statt Größer, Kleiner, Gleich (oder Unentschieden) lauten: Vorhanden, Nicht vorhanden, Unsicher.

3. Neben den Formeln, die sich der Bestimmung von Idealgebieten bedienen, wird noch eine andere Art benutzt, die im Gegensatz zu den hier gegebenen bestimmten Voraussetzungen über die wahrscheinliche Verteilung der Fehler machen auf Grund des Gauß'schen Fehlergesetzes. Es ist daher in jedem einzelnen Falle festzustellen, ob die beobachteten Werte der Annahme entsprechen, dann erst darf eine solche Formel angewandt werden. Mit Rücksicht auf die einfachere Handhabung verdienen die obigen Formeln den Vorzug.

4. Das Weber'sche und das Fechner'sche Gesetz.

1. Die wahrnehmbare Änderung eines subjektiven Vorganges (einer Empfindungsstärke) erfolgt nicht proportional der des Reizes. Es ist also nicht so, daß ein und derselbe Reizunterschied — z. B. 1 g bei verschiedenen großen Gewichten — stets auch das Bewußtsein einer Zu- oder Abnahme auslöst: Die Unterschiedsschwelle, für sich genommen, ist keine unveränderliche Größe.

2. Die subjektive Wirkung jeder Reizänderung hängt vielmehr von der Größe des vorhandenen Reizes ab — 10, 100, 1000 g — derart, daß die Reizänderung mit dem Reize selbst zu- bzw. abnimmt, wenn sie den gleichen Erfolg für das Bewußtsein haben soll. Genügt eine Gewichtsänderung von 1 g bei einem Reize von 10 g, um zum Bewußtsein zu gelangen, so bedarf es bei einem Reize von 100 g einer Zu- oder Abnahme von 10 g, nicht von 1 g, um denselben Erfolg zu erzielen. War umgekehrt 1 g bei dem schwächeren Reiz subjektiv unwirksam, so werden es auch 10 g bei einem Reize von 100 g sein. Dieses Verhalten wird durch die Näherungsformel $\frac{dR}{R} = k$ ausgedrückt: R = vorhandener Reiz, dR = Reizunterschied, k = konstant, nämlich bezl. der subjektiven Wirkung.

In Worten ausgedrückt besagt die Formel d. h. das Weber'sche Gesetz: Die relative Unterschiedsschwelle — die auf den Gesamtreiz bezogene Änderung — ist konstant, oder: die Reizänderungen müssen proportional dem Gesamtreiz erfolgen, um stets die gleiche subjektive Wirkung hervorzurufen.

Die Formel, die das Weber'sche Gesetz darstellt, gilt nicht genau, besonders nicht in dem unteren Bereich der Intensitätsskala (untere Abweichung). Die negative Seite des Gesetzes, die in dem ersten Punkt formuliert ist, gibt daher das eigentlich Feststehende an, während die positive noch der endgültigen Fassung harrt.

Eine Erklärung des Weber'schen Gesetzes hat mit vier Größen zu rechnen: dem Reize R, der Nervenregung N, dem subjektiven Vorgang (der Empfindung) E und dem Urteile (dem Vergleich zweier Empfindungen) U. Wären R, N und E untereinander proportional, und würden ferner beim Vergleich absolute Unterschiede aufgefaßt, so müßte nicht die relative, sondern die absolute Unterschiedsschwelle konstant sein. Da dies nicht zutrifft, so folgt daraus, daß das Verhältnis von zweien dieser Größen ein anderes, relatives ist. Ihre Wahl bestimmt die Theorie des Weber'schen Gesetzes. Im ganzen ergeben sich drei Möglichkeiten (Deutungen), die psychophysische, die physiologische und psychologische:

| | | | | | |
|---------------------------|----------------------------|---|---------------------------|---|---|
| | Psychophysische Deutung | | | | |
| R | : | N | : | E | U |
| Physiologische Deutung | | : | Psychologische Deutung | | |

Psychophysisch heißt die eine Deutung, weil sie eine psychische und eine physische Größe in Beziehung setzt, dem entspricht die Bezeichnung der beiden anderen Deutungen: die physiologische kennt nur objektive, die psychologische nur subjektive Größen. Man kann den Unterschied der beiden letzteren Anschauungen auch zweckmäßig durch ihre Auffassung des Verhältnisses R : N kennzeichnen: Die psychologische Deutung nimmt — wie die psychophysische — Proportionalität an, die physiologische dagegen nicht, sondern einen logarithmischen Anstieg von N mit R. Ein solcher macht die abnehmende subjektive Wirksamkeit von Reizänderungen im oberen Bereich der Intensitätsskala verständlich, vorausgesetzt, daß die Auffassung absoluter Empfindungsunterschiede möglich ist: vgl. Abb. 6: Das dE wird beide Male durch verschieden große Reizänderungen hervorgerufen, wachsend mit dem Gesamtreize, wie es das Weber'sche Gesetz verlangt. Letzteres kann man auch in die Formel fassen: $\frac{dR}{R} \cdot k = dE$,

wo k eine von dem Sinnesgebiet und den Versuchsumständen abhängige unveränderliche Größe und dE den ebenmerklichen Empfindungsunterschied bedeutet. Faßt man die Empfindungsstärke als mathematische Größe auf und nimmt an, daß dE bei 10 g gleich dE bei 100 und 1000 g ist, wie die Gleichsetzung von k und dE einschließt, so ergibt die Umformung (Inte-

grierung) dieser Gleichung: $E = k \log R + C$, wo C die Integrationskonstante ist, in Worten: Die Empfindung wächst proportional dem Logarithmus des Reizes. Diese Formulierung enthält also im Gegensatz zum Weber'schen Gesetz bestimmte, und zwar unstrittene Voraussetzungen, eignet sich dabei gut zur anschaulichen Darstellung der Tatsachen, wie das Kurvenbild beweist. Sie ist nichts anderes als das Fechner'sche Gesetz, auch Weber-Fechner'sches Gesetz genannt.

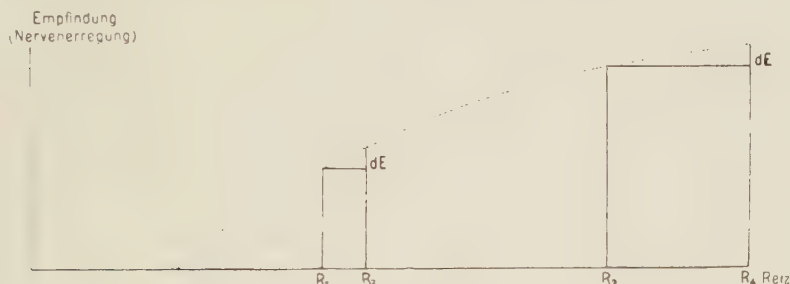


Abb. 6.

II. Bestimmung der oberen Hörschwelle nach der Grenzmethode.

Die beiden wesentlichen Teile der Galtonpfeife (Abb. 7 und 8) sind das Mundstück D und der Pfeifenkörper E ; das erstere besitzt einen ringförmigen Schlitz, aus dem die Luft unter Druck ausströmt; der Pfeifenkörper stellt ein geschlossenes zylindrisches Rohr dar, das, mit einer messerscharfen, kreisförmigen Schneide bei E beginnend, der Stimmritze in passender Entfernung (Maulweite) gegenübersteht. Die Luft trifft auf die Schneide und setzt dadurch die im Rohr abgegrenzte Luftsäule in Schwingung. Die Speisung mit Preßluft erfolgt durch einen bei A aufsitzenden Schlauch aus einem mit der Hand zu bedienenden Gummiball. An dem D und E verbindenden Bügel wird das Instrument angefaßt. Mit Hilfe der Trommel B und des Nonius C kann man die Maulweite in ganzen und zehntel Schraubengängen verstellen und ablesen, wovon jedoch die nicht genau Null betragende Anfangsstellung abzuziehen ist. Den Verschluß der Pfeife bildet ein Stempel, der sich innerhalb der Röhre verschrauben läßt und dessen Entfernung von der Schneide am Maßstab F und der Trommel G in ganzen oder zehntel Millimeter abgelesen werden kann (Pfeifenlänge). Eine Eichungstabelle der Pfeife gibt die Schwingungszahlen mit den zugehörigen Pfeifenlängen und Maulweiten an.

Zur Bestimmung des höchsten hörbaren Tones verfährt man folgendermaßen: Man geht von einer Schwingungszahl aus, bei der kein Ton, sondern nur ein Zischen hörbar ist (25000 Schwingungen), und verringert der Reihe nach diesen Wert um je 1000 Schwingungen, bis ein Ton mit Sicherheit gehört wird, bei 19000 Schwingungen etwa. Dieser Wert wird in den Vordruck eingetragen (absteigendes Verfahren). Dann geht man von einer Schwingungszahl aus, die sicher mit einer Tonempfindung verknüpft ist (15000 Schwingungen), und steigert in der gleichen Weise um je 1000 Schwingungen, bis ein Ton nicht mehr gehört wird. Die betreffende Schwingungszahl wird ebenfalls aufgeschrieben (aufsteigendes Verfahren). Gleichheit der Stufen ist nicht erforderlich; sie können mehr oder weniger als 1000 Schwingungen betragen. Die Versuchsreihen werden mehrmals wiederholt, bis für beide Formen mindestens vier Einzelwerte

vorliegen, aus denen das arithmetische Mittel zu berechnen ist (Vordruck 1). Es ist wünschenswert, daß nicht immer die gleichen Ausgangswerte genommen werden.

Die Verwendung der Galtonpfeife zur Bestimmung der oberen Hörschwelle ist überholt durch neuere, einwandfreie, allerdings auch verwickeltere Verfahrensweisen, erscheint aber gleichwohl hier am Platze; denn die Ergebnisse der verschiedenen Methoden

Vordruck 1.

Grenzwerte in
Schwingungszahlen
(angegeben nach
Tausenden)
für das

auf- ab-
steigende Verfahren

| | |
|---------|--|
| 1. | |
| 2. | |
| 3. | |
| 4. | |
| 5. | |
| 6. | |
| <hr/> | |
| Summe: | |
| Mittel: | |

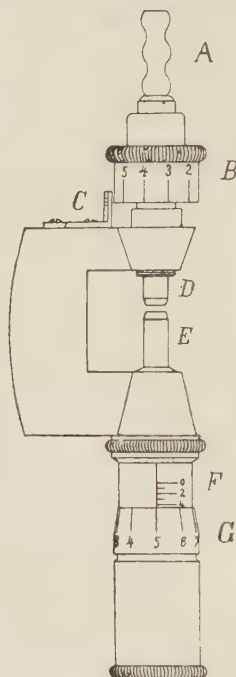


Abb. 7.

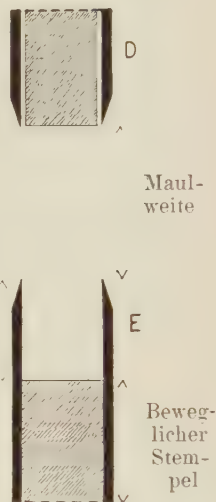


Abb. 8.

weichen nicht wesentlich voneinander ab; zudem ist das Vorgehen im Sinne des Grenzverfahrens der eigentliche Zweck dieses Versuches, nicht dagegen die Gewinnung eines ganz genauen Zahlenwertes.

[Schwellenbestimmungen kommen in der einen oder anderen Form außerordentlich häufig vor und finden sich demnach auch zahlreich unter den folgenden Übungsversuchen; man vergleiche daraufhin die folgenden Angaben: § 3 II, IV, VII, § 4 IV, § 6 V, VIII₂, § 7 III, § 8 V, IX, § 9 IV, V, VI, § 10 II, IV, § 11 I, IV, V, VI, § 12 I, § 13 II, III, IV.]

III. Bestimmung der oberen Unterschiedsschwelle für Druckempfindungen nach dem Konstanzverfahren.

1. Vorversuch.

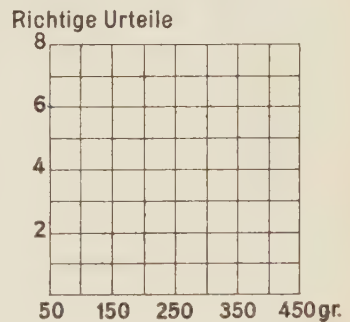
Um die relative subjektive Wirkung der Reizänderung für den Drucksinn nachzuweisen, benutzt man folgenden Satz von Gewichtspaaren: 5—50 g, 105—150 g, 205—250 g, 305—350 g, 405—450 g. Das absolute Gewicht der Paare nimmt also zu, während der Unterschied stets der

gleiche ist (45 g). Als Gewichtstücke dienen am besten mit Schrot gefüllte Salbengläser (Durchmesser 4 cm), deren Böden in Pillenschachteln gesetzt werden, um ebene Reizflächen zu erhalten und Temperaturempfindungen auszuschalten (**M**). Der **Vl** setzt die beiden Gewichte eines jeden Paares nacheinander auf den Unterarm der **Vp**, und zwar auf eine möglichst ebene Fläche, etwa auf die Außenseite des wagerecht gelagerten Handgelenkes. (Reizdauer etwa 1 Sek., Zeitabstand zwischen beiden Reizen ebenso.) Jedes Gewichtspaar ist 8mal auf sein Intensitätsverhältnis hin zu beurteilen, wobei die **Vp** die Augen geschlossen hält. Ist das Ergebnis unklar, so wird die Zahl der Versuche verdoppelt. Um die Unwissentlichkeit sicher zu stellen, setzt man bald das schwerere, bald das leichtere der beiden Gewichte zuerst auf, sofern nicht als Nullversuch manchmal dasselbe Gewicht zweimal verwendet wird. Aus dem gleichen Grunde folgen die einzelnen Reizpaare in buntem Wechsel aufeinander. Die Aussagen werden nur nach dem Gesichtspunkt „richtig“ (**r**) oder „falsch“ (**f**) in den Vordruck 2 eingetragen. Die Unterschiedsschwelle liegt da, wo 50% der Urteile richtig und ebenso viele falsch ausgefallen sind: Vordruck 3, in dem die richtigen Urteile eingetragen werden. (Methode der richtigen und falschen Fälle.) Man ersieht aus der betreffenden Kurve, daß ein und derselbe Reizunterschied seiner Merklichkeit nach von der Gesamtreizstärke abhängig ist im Sinne des Weber'schen Gesetzes.

Vordruck 2.

| Gewichts- stufen | Urteile: | | | | | | | |
|---------------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 50 g | | | | | | | | |
| 150 g | | | | | | | | |
| 250 g | | | | | | | | |
| 350 g | | | | | | | | |
| 450 g | | | | | | | | |

Vordruck 3.



2. Hauptversuch.

Zur genauen Bestimmung der Unterschiedsschwelle an einer punktförmigen Reizstelle wird der Reizhebelapparat verwandt (Abb. 9). Er dient zur exakten Erregung eines und desselben Druckpunktes durch je zwei aufeinanderfolgende Reize. Zwei um eine Achse in einer Gabel drehbare Hebel H_1 und H_2 sind an den beiden Enden eines Fadens aufgehängt, der über die Rolle R_1 läuft. Letztere führt eine einmalige hin- und hergehende Bewegung aus, durch Betätigung eines Mechanismus, der bei R_2 angreift. Mit diesem Rade ist nämlich das eine Ende einer Stange exzentrisch verbunden, deren anderes Ende in gleicher Weise, nur näher der Achse an dem Zahnrad R_3 befestigt ist. Dreht sich letzteres einmal um sich selbst, so beschreibt das untere Stangenende einen Kreis, während das obere gleichzeitig eine hin- und hergehende Bewegung ausführt infolge seiner größeren Entfernung von dem Drehpunkte des Rades. Die Teildrehungen von R_2 und damit auch von R_1 bewirken die aufeinanderfolgende Senkung beider Hebel auf einen und denselben Punkt nebst ihrer Rückkehr in die Ausgangslage d. h. in den gleichmäßigen Abstand beider Spitzen von der Berührungsstelle. (S. Abb. 9: der teil-

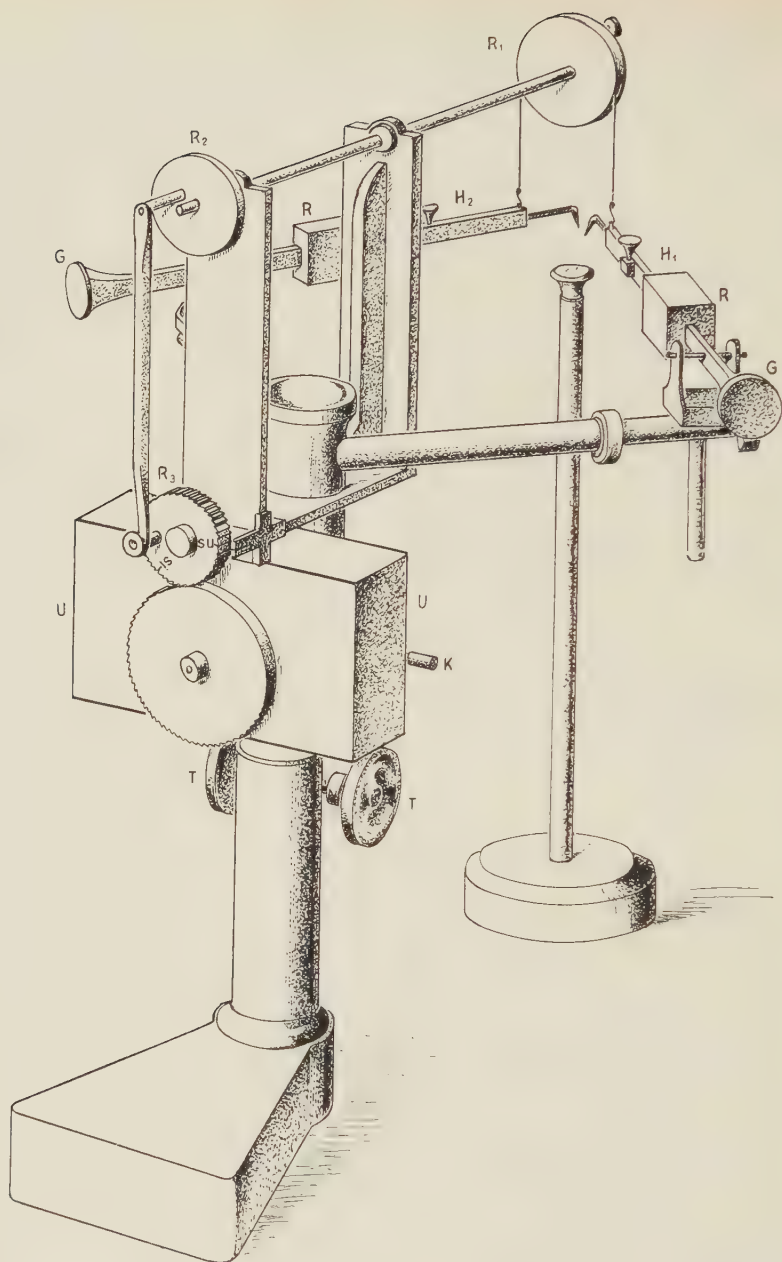


Abb. 9 (M).

weise verdeckte Hebel steht symmetrisch zu dem anderen, so daß sie von oben gesehen etwa einen rechten Winkel miteinander bilden.) Die Betätigung des Apparates im Sinne des Versuches erfordert also eine einzelne Umdrehung von R_3 . Sie kommt dadurch zustande, daß die Zähne des Triebbrades vom Uhrwerk U in R_3 eingreifen und das bewegte Zahnrads wieder zum Stillstand kommen lassen dank der Leerstrecke des Triebbrades. Dieses besitzt bei größerem Umfange genau dieselbe Anzahl von Zähnen wie R_3 . Die Bedienung des Apparates beschränkt sich demnach im wesentlichen auf das rechtzeitige An- und Abstellen des Uhrwerkes mittels des Knopfes K: rechtzeitig muß es sein, sofern es im Bereiche der Leerstrecke des Triebbrades stattzufinden hat. Am besten erfolgt es zu Beginn derselben, damit das Uhrwerk beim Ineinandergreifen der Räder seine volle Geschwindigkeit besitzt. Wesentlich ist sodann die Einrichtung der Hebel, durch die die Reizgebung erfolgt. Ein Gewicht G, das durch eine Schraube mit der Hebelstange verbunden ist, wird so eingestellt, daß der Hebel vollkommen ausbalanciert ist. Soll jetzt durch die umgebogene Spitze am entgegengesetzten Ende ein Druck ausgeübt werden, so belastet man den zugehörigen Hebelarm durch ein verschiebbares Gewicht. Das geschieht in meßbarer Form durch den Reiter R. Am Hebel befindet sich eine Teilung, an der die Druckwerte der Spitze unmittelbar in g bzw. $\frac{1}{4}$ g abzulesen sind. Der Reiter trägt zu dem Zweck an seiner vorderen Seite einen Winkel mit Querstrich, der jeweils auf den gewünschten Teilstrich am Hebel eingestellt wird. Die Herstellung des erforderlichen Gewichtsreizes geschieht also einfach durch entsprechende Einstellung des Reiters vor jedem Einzelversuch. Der Hebel besitzt weiter einen Trieb mit Schraube, so daß er nach Bedarf verlängert oder verkürzt werden kann. Die reizauslösende Spitze ist mit Bein umkleidet, um Temperaturempfindungen zu vermeiden.

Die Einstellung des Reizhebelapparates zum Versuch setzt voraus:

1. Die Fixation der Reizstelle bzw. des betreffenden Gliedes: Meist kommt dafür die Hand in Betracht und zwar der dorsale distale Teil von dem Grundglied eines Fingers. Die Hand nimmt dann eine Haltung ein, die etwa der beim Klavierspielen entspricht: die beiden äußeren Fingerglieder werden nach unten gebogen. Die Fixierung dieser Stellung geschieht durch ein Gestell mit Handgriffen, die verstellbare, mit Gummi überzogene Klammern zum Festhalten des Fingers besitzen.

2. Die Wahl einer passenden Reizstelle an einer unbehaarten Hautstelle. Am besten bestimmt man einen Druckpunkt nach dem auf S. 54 beschriebenen Verfahren. Andernfalls genügt es, eine beliebige Stelle mit Tinte zu bezeichnen; ohne das können Fehler, die aus zufälligen Verlagerungen der Hautstelle entspringen, nicht festgestellt und vermieden werden.

3. Die Einstellung des Reizhebelapparates bzw. der Hebel auf den Druckpunkt. Es wird vorausgesetzt, daß die Hebel bei Senkung stets ein und denselben Punkt treffen, andernfalls sind sie zunächst so einzustellen. Ist dies geschehen, so senkt man einen Hebel in seine tiefste Lage, am besten durch Drehung von R_3 mit der Hand. Dann wird der ganze Apparat, der auf Spiegelglas leicht beweglich aufgestellt ist, so verschoben, daß die Hebelspitze genau den bezeichneten Punkt trifft. Man bedient sich dabei des Triebes T, mittels dessen der ganze Apparat gehoben und gesenkt werden kann, so daß sich die Spitze unmittelbar über der Hautstelle bewegt. Hat der Apparat die gewünschte Lage, so stellt man ihn durch eine Klemmvorrichtung an seiner Grundplatte fest. Die beiden Hebel kehren jetzt in ihre Ausgangslage zurück. Eine Gewähr für letztere bietet die Einstellung des Striches S_u bei R_3 auf die seitliche Marke: andernfalls arbeitet der Apparat falsch.

4. Die Bestimmung der Reizdauer: Hatte die Hebelspitze die Haut nicht oder nur ganz schwach berührt, so muß der Apparat durch den Trieb noch um 1—2 mm gesenkt werden, damit die Reize zur vollen Wirkung kommen und hinreichende Dauer besitzen.

Der Gang der Versuche nach der Konstanzmethode ist aus dem Vordruck zu ersehen. Man unterscheidet zwischen dem unveränderlichen, dem Normalreiz, und dem veränderlichen, dem Vergleichsreiz. Der Reiz, der bei jedem Einzelversuch zuerst geboten wird, dient als Normalreiz, der zweite, nachfolgende, als Vergleichsreiz. Die jeweiligen Werte des letzteren, die beliebig wechseln, sind aus dem Vordruck zu entnehmen.

Vordruck 4.

Stärker-Urteile

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Erste Versuchsreihe

Unveränderlicher Reiz = 2 g

| Werte des veränderlichen Reizes: | Urteile (bezogen auf den nachfolgenden veränderlichen Reiz) |
|----------------------------------|--|
| 1 | 2 |
| 2 | 3 |
| 3 | 4 |
| 4 | 5 |

Zweite Versuchsreihe

Unveränderlicher Reiz = 8 g

| Werte des veränderlichen Reizes: | Urteile (bezogen auf den nachfolgenden veränderlichen Reiz) |
|----------------------------------|--|
| 1 | 2 |
| 2 | 3 |
| 3 | 4 |
| 4 | 5 |

Dritte Versuchsreihe

Unveränderlicher Reiz = 14 g

| Werte des veränderlichen Reizes: | Urteile (bezogen auf den nachfolgenden veränderlichen Reiz) |
|----------------------------------|--|
| 1 | 2 |
| 2 | 3 |
| 3 | 4 |
| 4 | 5 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 4 g | | | | | | 8 g | | | | | | 17 g | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | 14 | | | | | | 20 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | 10 | | | | | | 14 | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | 6 | | | | | | 11 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | 16 | | | | | | 26 | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | 12 | | | | | | 23 | | | | | | | | |
| (7) | | | | | | (18) | | | | | | (29) | | | | | | | | |
| (8) | | | | | | (20) | | | | | | (32) | | | | | | | | |
| (~ 0) | | | | | | (4) | | | | | | (8) | | | | | | | | |

Die eingeklammerten Werte kommen nur zur Verwendung, wenn die vorangehende Reizstufe nicht entsprechend beurteilt worden ist.

Auf ihn als Subjekt bezieht die Vp ihre Urteile; also: „Der zweite Reiz war stärker als der erste“ (kurz: „Stärker“, „Schwächer“, „Gleich“, „Unsicher“). Die Bestimmung der Urteilsrichtung d. h. die Wahl eines der beiden Reize, um auf ihn regelmäßig das Urteil zu beziehen, ist sonst zu vermeiden und geschieht hier nur, um Protokollirrtümer zu vermeiden. Ebenso ist der Normalreiz lediglich aus Zweckmäßigkeitsgründen stets zum vorangehenden gemacht. Geboten wäre der regelmäßige Wechsel der Zeitlage zwischen Normal- und Vergleichsreiz, um den Einfluß der Reihenfolge auszuschalten.

Die Vp beurteilt mit geschlossenen Augen jedes Reizverhältnis 5 mal, wobei die veränderlichen Reize beim 2. und 4. Male in der umgekehrten Reihenfolge wie beim ersten Male geboten werden: nämlich 5, 3, 1, 6, 2, 4 g statt 4, 2, 6, 1, 3, 5 g. Die Zahl der Beurteilungen eines jeden Reizverhältnisses ist aus äußeren Gründen auf 5 festgesetzt, sollte aber das Mehrfache betragen. Der Gang der Urteile wird in diesem Falle regelmäßiger, weil ihre Verschiedenheiten sich bei einer größeren Anzahl besser ausgleichen. Im ganzen sind 3 Versuchsreihen vorgesehen, je nach dem Werte des Normalreizes (2, 8, 14 g). Man beginnt mit 8 g. Im allgemeinen wird der im Vordruck angegebene Bereich von Reizstärken hinreichen, um das Gebiet der Stärker-Urteile zu ermitteln. Dies ist der Fall, wenn die kleinste Reizstufe niemals, die größte stets als stärker beurteilt worden ist. Trifft dies jedoch nicht zu — wenn z. B. die Beobachtungen zu schnell aufeinander gefolgt sind —, so müssen die nächstfolgenden Reizstufen ohne weiteres in die Beobachtungsreihe eingeschaltet werden (s. Vordruck). Die Urteile (+, —, =, ?) trägt der Protokollführer in den Vordruck ein und verwertet sie zunächst graphisch unter ausschließlicher Berücksichtigung der „Stärker“-Urteile, gleichgültig, ob sie richtig oder falsch sind. Die oberen Unterschiedsschwellen sind dann für jeden Reiz nach der angegebenen Formel zu berechnen:

$$\begin{aligned} \text{US}_0 \text{ für } 2 \text{ g} &= (6 + \frac{1}{2}) - \frac{1}{5} - 2 = & \text{g} \\ \text{US}_0 \text{ für } 8 \text{ g} &= & = & \text{g} \\ \text{US}_0 \text{ für } 14 \text{ g} &= & = & \text{g} \end{aligned}$$

Auf die Unterschiedsschwellen wendet man die Formel des Weber'schen Gesetzes an und berechnet die Quotienten d. h. die relativen Unterschiedsschwellen nebst dem Mittelwert aus ihnen:

$$\begin{array}{rcl} \frac{\text{US}_0 \text{ von } 2 \text{ g}}{2} = & & \\ \frac{\text{US}_0 \text{ von } 8 \text{ g}}{8} = & \text{Mittel} = & \\ \frac{\text{US}_0 \text{ von } 14 \text{ g}}{14} = & & \end{array}$$

Es empfiehlt sich, zum Vergleich mindestens eine Versuchsreihe mit umgekehrter Zeitfolge von veränderlichem und unveränderlichem Reize durchzuführen, also den ersten Reiz zu ändern und den nachfolgenden kon-

stant zu halten. Man läßt in diesem Falle das Urteil auf den ersten Reiz beziehen. Abgesehen von dem Einflusse der Zeitlage des Normalreizes prüft man an Hand der Gesamtergebnisse den Einfluß des sog. auf- und absteigenden Schrittes bei der Darbietung der Reizpaare. Es handelt sich um die Frage, ob ein Unterschied leichter d. h. in mehr Fällen erkannt wird, wenn der stärkere Reiz vorangeht oder wenn er nachfolgt.

Dieselben Versuche lassen sich mit Hilfe des gleichen Apparates auch an zwei verschiedenen Hautstellen ausführen, wobei die Reize gleichzeitig dargeboten werden. Die beiden Arme, an deren Ende die Hebel sitzen, werden in diesem Falle zurückgedreht, so daß sie eine gerade horizontale Linie bilden (Abb. 85, der Aufsatz mit Momentverschluß kommt hier nicht in Betracht). Die Hebel selbst werden dadurch einander parallel. Ihre Betätigung geschieht in der Weise wie vorher, durch eine andere Rollenvorrichtung, die mit der ersten ausgewechselt wird. Man kann so die Frage untersuchen, ob die Unterschiedsempfindlichkeit durch die Verwendung zweier verschiedener Reizstellen beeinflusst wird. Der Gang der Untersuchung ist der gleiche wie vorher, bedingt allerdings die vorherige Bestimmung der Gleichwertigkeit beider Reize, die bei der Verschiedenheit der Reizstellen nicht mit der physikalischen Gleichheit der Gewichte zusammenzufallen braucht (vgl. hierzu den folgenden Abschnitt).

Lohnend ist weiter die planmäßige Vergrößerung der Reizfläche, um deren Einfluß auf die Unterschiedsempfindlichkeit zu prüfen. Man bedient sich dabei ganz dünner d. h. fast gewichtsloser Messingplättchen, die mittels Syndetikon auf die Haut geklebt werden. Die Spitze des Reizhebels wird auf die Mitte eingestellt.

[Weitere Versuche über Unterschiedsempfindlichkeit kommen vor in § 2 VI, § 5 VI, § 6 VIII, § 9 II und III.]

IV. Bestimmung gleichwertig erscheinender Reize und Reizunterschiede nach dem Herstellungsverfahren.

Zwei verschiedene Farben sollen gleich hell gemacht werden: Dazu dient folgende Vorrichtung: längs einer Schiene ist eine Helligkeitsskala angebracht, die in merklichen Intensitätsunterschieden vom Weiß zum Schwarz führt (Abb. 10). Jede Graustufe ist nummeriert. Dieser Skala

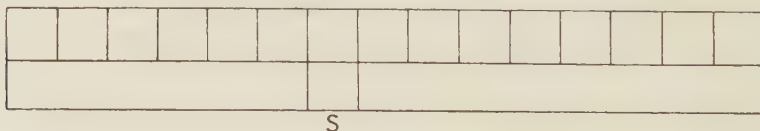


Abb. 10.

entlang führt ein Schieber *S*, unter dessen Glasplatte farbige Papiere ausgewechselt werden können. Im Falle, daß eine Photometervorrichtung zur Verfügung steht, ist ihre Verwendung bei derartigen Versuchen der Schiebervorrichtung vorzuziehen (S. 47); auch der Farbkreis mit verstellbaren Schwarz-Weißscheiben eignet sich als Versuchsanordnung, um eine Reihe meßbar abgestufter Grautöne herzustellen.

Für ein bestimmtes Rot ist das gleich hell erscheinende Grau zu suchen, wobei die Art der Einstellung ganz dem Beobachter überlassen bleibt. Meist wird die Aufgabe als schwierig und die Lösung als unsicher empfunden. Man geht deshalb am besten zunächst von Stellungen des Schiebers aus, in denen die zugehörige Helligkeit sicher als zu groß oder sicher als zu klein erscheint. Es bleibt dann ein Bereich übrig, innerhalb dessen die Einstellung auf Gleichheit (genauer: größtmögliche Ähnlichkeit) zu erfolgen hat und zwar 6mal. Die Helligkeit wird durch die Ordnungszahl des betreffenden Grau ausgedrückt. In dieser Weise wird die Helligkeit verschiedener Farben festgestellt. Mit Rücksicht auf die häufigen und beträchtlichen individuellen Unterschiede empfiehlt es sich, zu jeder Bestimmung mindestens zwei Beobachter heranzuziehen (Vordruck 5).

Vordruck 5.

| | Die zugehörige Helligkeit für ein | | | | | | | | Die mittlere Helligkeit von Schwarz und Weiß | | |
|------------|-----------------------------------|---|-------|---|-------|---|-------|---|--|---|---|
| | Rot: | | Grün: | | Gelb: | | Blau: | | | | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | |
| Mittelwert | | | | | | | | | | | |

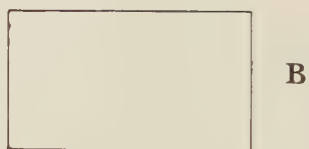
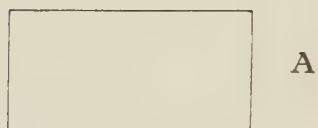
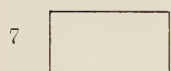
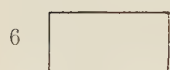
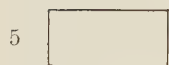
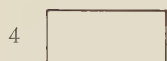
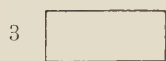
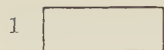
Die Herstellung gleichwertig erscheinender Helligkeiten verschiedenfarbiger Lichter spielt eine wichtige Rolle in der photometrischen Technik und wird gewöhnlich als heterochrome Photometrie bezeichnet.

Um die Herstellung gleichwertig erscheinender Reizunterschiede handelt es sich, wenn zu einem Weiß und einem Schwarz das in der Mitte liegende Grau zu suchen ist. Die Ausführung dieses Versuches stimmt mit der des vorigen überein, nur wird statt einer Farbe in den Schieber ein Feld gebracht, dessen eine Hälfte weiß und dessen andere schwarz ist. Auch zwei sonstige, näher zusammenliegende Stufen der Helligkeitsreihe kommen in Betracht, z. B. Weiß und Dunkelgrau oder Schwarz und ein mittleres Grau.

[Vgl. hierzu § 2 VII und § 6 II.]

V. Der Proportionsvergleich.

Als Beispiel für die Bestimmung gleichwertig erscheinender Reizverhältnisse sind Strecken in Form von Rechteckseiten gewählt. Es soll zu dem Rechteck A (dann B) aus der Reihe links das Rechteck mit gleichem Verhältnis der Seiten ausgewählt werden. Die konstante Seite



der kleinen Rechtecke ist knapp 1,6 cm lang, die variable beginnt mit 6 mm und wächst in Stufen von 0,4 mm bis 10 mm. Die entsprechenden Seiten von A und B sind erst nach dem Urteil abzumessen, um die Unwissentlichkeit des Verfahrens zu wahren.

Der Versuch selbst kann nicht als einwandfrei gelten, da die Beobachtungsbedingungen für beide Reize nicht gleichmäßig sind. In der Reihe der Rechtecke beeinflussen sich die Figuren untereinander, außerdem entsteht eine sog. Rahmenwirkung durch die verhältnismäßig kleine Fläche, die für die Umgebung zur Verfügung steht. Für genaue Versuche ist der Sukzessivvergleich erforderlich sowie Darbietung auf großer Fläche. Außerdem müssen die Größenunterschiede der veränderlichen Seite feiner gewählt werden. Diese Bedingungen lassen sich verwirklichen durch die Projektion von Diapositivgläsern, die mit durchsichtigem Lack und eingeritzten Figuren versehen sind. Die günstigsten Beobachtungsverhältnisse bieten 20fache lineare Vergrößerung bei 0,75 Sekunden Darbietungszeit und 2 Sekunden Pause zwischen je zwei Darbietungen, sowie 3 m Abstand der Vp von dem Lichtbild. In dieser Form eignet sich die Anordnung auch zu Massenversuchen.

Angenähert lassen sich die genannten Versuchsbedingungen auch im vorliegenden Falle verwirklichen: durch Verwendung eines Abdeckblattes mit einem Ausschnitt, der jeweils nur ein Rechteck sichtbar werden läßt.

Die Bedeutung des Proportionseindrucks liegt darin, daß er zu den Elementen der Gestaltwahrnehmung zu rechnen ist neben dem Gradheits-, Krümmungs-, Parallelitätseindruck sowie demjenigen von Divergenz und Symmetrie.

[Vgl. hierzu § 8 V, VI, VIII und § 9 VI.]

VI. Versuche mit einer Anordnung für verschiedene psychophysische Aufgaben.

Die in Abb. 11 und 12 dargestellte, leicht zu handhabende photometrische Anordnung läßt sich in einfacher Weise für vier psychophysische Aufgaben verwenden: Der Beobachter sitzt im Dunkelzimmer vor dem viereckigen schwarzen Schirm S, der in der Mitte eine kreisrunde Öffnung mit einem Milchglas besitzt. Auf die Mitte der Glasscheibe stößt senkrecht eine gleichfalls geschwärmte Wand W von Schirmhöhe, welche die Öffnung in zwei Halbkreise teilt. Rechts und links von der Wand laufen zwei gleich lange Schienen mit Millimeterteilung, von etwa 1 m Länge. Ihr Abstand von der Zwischenwand ist gleich dem halben Radius der Kreisöffnung. Dadurch und durch eine entsprechende Höhenlage der Schienen wird erreicht, daß das Licht, das jede Schiene auf einem Reiter trägt, in gleicher Linie wie die Mitte des zugehörigen Halbkreises zu stehen kommt, welch letzterer gleichmäßig und ausschließlich von nur einer Lichtquelle erhellt wird. Als solche dienen am besten kleine elektrische Glühlampen, wie sie bei Taschenlampen üblich sind (4 Volt). An dem einen Reiter ist ein Halter für ein Farbglas F angebracht, so daß der eine Halbkreis farbig beleuchtet werden kann.

Folgende Reizwerte sind zu bestimmen:

1. Diejenige Stärke des farbigen Lichtes, bei der die betreffende Qualität der Lichtempfindung gerade erkannt wird (Farbenschwelle). Es

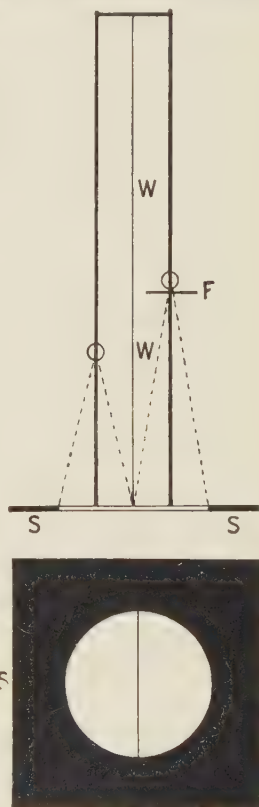


Abb. 11 u. 12 (M).

bedarf zu diesem Versuch einer starken Abschwächung des Lichtes mittels Mattscheiben, da sonst kein unterschwelliger Reiz zustande kommt.

2. Nach Entfernung des Farbglasses und unter Hinzunahme des zweiten Lichtes, das in einen Abstand von 40 cm von der Milchglasplatte gebracht wird, ist das andere so zu verschieben, daß beide Felder gleich hell erscheinen. Darauf ist diejenige Entfernung des veränderlichen Lichtes zu ermitteln, die gerade einen merklichen Helligkeitszuwachs gegenüber dem unveränderten Licht bedingt (obere Unterschiedsschwelle). Ebenso wird die untere Unterschiedsschwelle ermittelt. Man wiederholt den Versuch bei einem Abstand des unveränderlichen Lichtes von 10 cm sowie von 90 cm und vergleicht die absoluten wie die relativen Größen der jeweils bei den drei Abständen ermittelten Unterschiedsschwellen.

Die Beziehung zwischen Abstand und Beleuchtungsstärke drückt die Formel aus: $i_1 : i_2 = \frac{1}{r_1^2} : \frac{1}{r_2^2}$. In Worten: Die Beleuchtungsstärken

(i) verhalten sich umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen (r).

3. Unter Benutzung des Farbglasses für das eine Licht werden die beiden Felder verschieden gefärbt und auf gleiche Helligkeit eingestellt: Bestimmung gleichwertig erscheinender Reize.

4. Bei wiederhergestellter Farbgleichheit der Lichter stellt man die Entfernung des einen so ein, daß die Helligkeit des zugehörigen Halbkreises gerade in der Mitte zwischen der des anderen Feldes und seiner schwarzen Umgebung zu liegen scheint. Die Bestimmung wird für verschiedene Beleuchtungsstärken des unveränderten Feldes ausgeführt.

Für jede Aufgabe ist das Verfahren einzuschlagen, das am passendsten erscheint. Auch können vergleichende Versuche mit verschiedenen Methoden angestellt werden, um zu prüfen, ob sie bei der gleichen Aufgabe denselben Wert liefern.

VII. Vergleichende Versuche nach verschiedenen psychophysischen Methoden.

lassen sich in besonders einfacher Form mit dem in Abb. 13 dargestellten Apparat zur Genauigkeitsprüfung des Augenmaßes anstellen.

Die beiden Teilstriche A und B besitzen einen Abstand von 20 mm und stellen Verlängerungen der Endlinien von der gegenüber befindlichen Millimeterteilung dar.

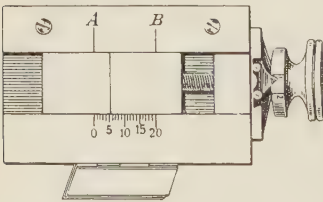


Abb. 13.

Mittels der Mikrometerschraube wird der Teilstrich auf dem Schlitten bewegt und die Strecke AB nach Schätzung in zwei gleiche Teile zerlegt. Die Teilung wird währenddem durch ein Metallplättchen verdeckt. Der Schätzungsfehler wird sodann an der Teilung bzw. an dem geteilten Kopfe der Mikrometerschraube in $\frac{1}{10}$ mm ermittelt. Man bestimmt den gesuchten Wert nach der Herstellungs-, der Grenz- und der Konstanzmethode, nach dem halb-, dem unwissentlichen und dem wissentlichen Verfahren. Wie leicht ersichtlich, kann der Apparat durch eine einfache Vorrichtung aus steifem Papier ersetzt werden:

Man falzt ein erstes Blatt von rechteckiger Form an den Längsseiten, während ein weiteres als Schieber dient. — Die Versuchsergebnisse besitzen Testwert.

- G. F. Lipps, Psychophysik. Handwörterb. d. Naturw. Jena 1913.
 G. F. Lipps, Grundriß der Psychophysik. Samml. Göschen, 2. Aufl., 1914.
 Eine kurzgefaßte, dabei sehr inhaltreiche Darstellung.
 R. Paüli, Über psychische Gesetzmäßigkeit, insbesondere über das Weber'sche Gesetz. Jena 1920.
 Eine Einzelbearbeitung, die auch die psychophysischen Aufgaben und Methoden berücksichtigt. Quellennachweise.
 H. Dingler u. R. Paüli, Untersuchungen zu dem Weber-Fechner'schen Gesetz und dem Relativitätssatz. Arch. f. d. ges. Psychol., Bd. 44, 1923.
 R. Paüli u. A. Wenzl, Experimentelle und theoretische Untersuchungen zum Weber-Fechner'schen Gesetz. Arch. f. d. ges. Psychol., Bd. 51, 1925.
 Fortführung der vorhergehenden Arbeiten. Zusammenstellung der jüngsten Veröffentlichungen.
 G. Katona, Psychologie der Relationserfassung und des Vergleichens. Leipzig 1923.
 W. Köhler, Zur Theorie des Sukzessivvergleiches und der Zeitfehler. Psychol. Forsch., Bd. 4, 1923.
 A. Gatti u. R. Dodge, Über die Unterschiedsempfindlichkeit bei Reizung eines einzelnen isolierten Tastorgans. Arch. f. d. ges. Psychol., Bd. 69, 1929.
 G. F. Lipps, Die psychischen Maßmethoden. Braunschweig 1906.
 Eine sehr gründliche Untersuchung, die eine selbständige Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung in der Psychophysik bringt.
 G. E. Müller, Die Gesichtspunkte und Tatsachen der psychophysischen Methodik. Wiesbaden 1904.
 Eine gedrängte, aber nahezu erschöpfende Darstellung, die Vorkenntnisse verlangt. Literaturzusammenstellung.
 W. Wirth, Psychophysik. Darstellung der Methoden der experimentellen Psychologie. Leipzig 1912.
 Das ausführlichste Werk dieser Art, das ein besonderes Studium erfordert.
 K. Bühler, Die Gestaltwahrnehmungen. Stuttgart 1913.
 Die grundlegende Arbeit für den Proportionsvergleich.
 H. Werner, Grundfragen einer Intensitätspsychologie. Zeitschr. f. Psychol. Erg.-Bd. 10, 1922.
 Vgl. auch die Quellennachweise auf S. 24, besonders die zusammenfassenden Darstellungen.

§ 3. Haut-, Lage- und Bewegungsempfindungen.

I. Allgemeines.

1. Grundbegriffe der Empfindungslehre.

Unter Empfindung versteht man denjenigen einfachen subjektiven Vorgang von anschaulichem, ichfremdem Charakter, der sich unmittelbar an die isolierte Erregung eines Sinnesorganes anschließt, nach Art, Stärke und Dauer wesentlich von dem Reiz bedingt ist und demnach in seinem Kommen und Gehen nicht der subjektiven Willkür gehorcht wie andere Bewußtseinserscheinungen, z. B. die Vorstellungen. Sie ist mit Rücksicht auf ihren einfachen Charakter zu unterscheiden von der Wahrnehmung, einem zusammengesetzten psychischen Gebilde, das sich aus Empfindungen, verknüpft mit anderen zentralen Vorgängen, zusammensetzt und für das Bewußtsein unmittelbar gegeben ist. Der Begriff der Empfindung ist gewonnen durch Analyse der Wahrnehmung. Die Wahrnehmung eines Baumes z. B. setzt sich zusammen aus verschiedenen Empfindungen (Grün, Braun), zu denen noch andere Bestandstücke kommen, wie Gestalt-, Größen- und Entfernungseindruck, sowie das Bewußtsein eines wirklichen Gegenstandes.

Jede Empfindung besitzt im allgemeinen drei Merkmale: Qualität, Intensität und Dauer. Die Qualität stellt eine letzte, nicht weiter zu definierende Tatsache dar; sie ist das Merkmal, durch das sich zwei sonst gleiche Empfindungen voneinander unterscheiden: Grün und Rot z. B. von gleicher Dauer, Helligkeit, Flächengröße und Sättigung. Sie läßt sich nur als die wesentliche Seite des Eindrucks erleben, nicht weiter beschreiben. Ein geborener Farbenblinder kann sich keine Vorstellung von Rot machen, so wenig wie ein Farbentüchtiger von einer Lichtempfindung, die weder dem Rot, Gelb, Grün, Blau, Weiß oder Schwarz gleicht. Innerhalb der Qualitäten unterscheidet man noch Modalitäten, sofern es sich um Empfindungen verschiedener Sinne handelt. Geruchs- und Geschmacksempfindungen — faulig und süß z. B. — sind der Modalität nach verschieden. Dem Umstand, daß jede Empfindung einer Zu- und Abnahme fähig ist und so einen Nullpunkt erreichen bzw. einen Höchstwert annehmen kann entsprechend den zugehörigen Reizänderungen, trägt der Begriff der Intensität Rechnung.

Das allgemeine Gesetz, das die Beziehungen zwischen Reiz, Sinnesorgan und Empfindungsqualität bestimmt, das Gesetz von den spezifischen Sinnesenergien lautet:

1. Verschiedene Reize, die auf dasselbe Sinnesorgan wirken, erregen Empfindungen derselben Qualität.

2. Derselbe Reiz, der auf verschiedene Sinnesorgane wirkt, erregt Empfindungen von verschiedener Qualität.

Das Gesetz besagt, daß für die Qualität der Empfindung nicht die Beschaffenheit des Reizes, sondern letzten Endes die Natur des erregten Organes maßgebend ist, der Reiz dagegen nur insofern, als er das Sinnesorgan überhaupt zu erregen vermag: „Die Empfindung ist nicht die Leitung einer Qualität oder eines Zustandes der äußeren Körper zum Bewußtsein, sondern die Leitung einer Qualität, eines Zustandes unserer Nerven zum Bewußtsein, veranlaßt durch eine äußere Ursache“. (Joh. Müller.) Adäquat wird eine Reizart mit Bezug auf ein Sinnesorgan genannt, wenn letzteres ausgesprochen an sie angepaßt ist, inadäquat, wenn das nicht der Fall ist. Die Lichtstrahlen bilden den adäquaten Reiz für das Auge; inadäquat sind Druck und elektrischer Strom. Jedes Sinnesorgan hat seinen adäquaten Reiz, der unter natürlichen Bedingungen die Regel bildet.

Die Lehre von den Merkmalen der Empfindung und von ihrer sich darauf gründenden Ordnung innerhalb der einzelnen Sinnesgebiete bildet den eigentlichen Gegenstand der Empfindungspsychologie. Die Abhängigkeit vom Reize in ihrer Mannigfaltigkeit, die zahllose Einzeltatsachen umfaßt, besitzt ebenso wie die damit zusammenhängenden physiologischen Theorien, vom psychologischen Standpunkte aus betrachtet, eine untergeordnete Bedeutung, d. h. sie ist für den Psychologen hauptsächlich Mittel zum Zweck: er muß mit den Entstehungsbedingungen der Empfindungen vertraut sein, um sie zu deren Untersuchung zu benutzen, er muß auch die physiologischen Erklärungen kennen, damit er den in der Empfindungspsychologie auftauchenden Gegensatz zwischen physiologischer und psychologischer Theorie bzw. Deutung richtig zu würdigen vermag. Im Hinblick

auf die folgenden Versuche muß diese Auffassung der Empfindungslehre innerhalb der Psychologie als etwas Grundsätzliches betont werden; es entsteht sonst leicht angesichts der Fülle der Reizbeziehungen die Neigung, in eine physiologische Betrachtungsweise zu verfallen. Diese sieht in der Empfindung nur ein methodisches Hilfsmittel, um die zugrunde liegenden Nervenvorgänge zu erforschen. Die Abhängigkeit vom Reize ist ihr die Hauptsache, da sie den Ausgangspunkt für die physiologische Erklärung abgibt.

2. Allgemeines über die Haut- und kinästhetischen Empfindungen.

Druck-, Kalt-, Warm- und Schmerzempfindungen sind als vier getrennte Empfindungssysteme (Modalitäten) aufzufassen. Sie sind an entsprechende Sinnesorgane gebunden: die Druckempfindungen an die Meißner'schen Tastkörperchen und an die Nervenringe, die sich um die Haarbälge legen; die oberflächliche Schmerzempfindung an die freien Nervenendigungen der Oberhaut (Epidermis). Die den Temperaturempfindungen zugehörigen Sinnesorgane können noch nicht vollständig angegeben werden. Die

Kaltempfindung wird durch die Krause'schen Endkolben vermittelt; das Sinnesorgan für die Warmempfindung ist noch nicht festgestellt.

Die Funktion dieser Organe besteht darin, die für die Nervenfasern unwirksamen Reize zu wirksamen zu machen d. h. die physikalische und chemische Energie der letzteren in Nervenenergie umzusetzen. Die Art dieser Umsetzung ist unbekannt.

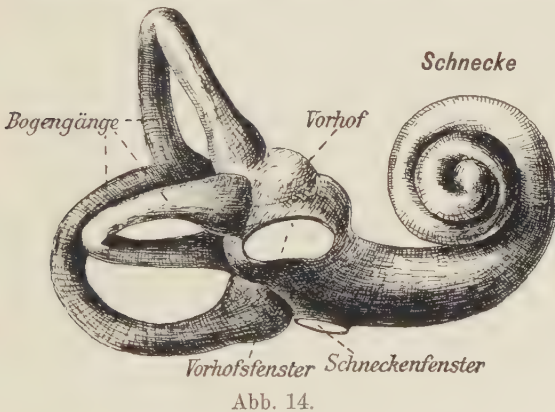


Abb. 14.

Verwendet man kleinflächige Reize von schwellenmäßiger oder überschwelliger Stärke, so ist die Auslösung von Empfindungen nur an gewissen, in ihrer Lage unveränderlichen Orten der Haut möglich, die als Sinnespunkte bezeichnet werden. Sie zeigen für jede der vier Qualitäten eine andere Verteilung und Dichte. Für die auf die schwächsten mechanischen Reize ansprechenden Druck- oder Tastpunkte läßt sich nachweisen, daß ihre Lage zusammenfällt mit den oben angegebenen Sinnesorganen.

Den Druckempfindungen der Haut kommt insofern eine besondere Bedeutung zu, als sie in Verbindung mit verwandten Empfindungen aus tiefer gelegenen Teilen — Muskeln, Sehnen und Gelenken — ein Bewußtsein von der Stellung und Bewegung der Glieder vermitteln: kinästhetische Empfindungen. Die Auffassung von der Lage und den Bewegungen des Körpers, vor allem des Kopfes, hängt dagegen von Sinnesorganen des Labyrinths ab, die von einem eigenen Nerv, dem N. vestibularis, versorgt werden. Es handelt sich um die sog. Haarzellen, die

sich in den Ampullen, den Erweiterungen an dem einen Ende eines jeden Bogenganges wie auch in dem Vorhofe finden (Abb. 14). Auf den letzteren, also den Haarzellen des Vorhofes, sind kleine bewegliche Kristalle, die Otholiten, aufgelagert. Die Erregung der Haarzellen kann auf zweierlei Weise zustande kommen: einmal durch Strömung der Flüssigkeit in den Bogengängen, wie sie bei Drehungen des Körpers (Kopfes) auftritt. Infolge der dreidimensionalen Anordnung der Bogengänge hängt es von der Achse der Drehung ab, in welchem Gange die Flüssigkeit in Bewegung gerät und damit das zugehörige Sinnesorgan in der Ampulle erregt wird (Ampullarsinn). Der Druck der Otholiten auf die darunter befindlichen Sinneszellen — die andere Erregungsform — ist durch die Haltung des Kopfes bedingt und ändert sich auch bei geradlinigen Körperbewegungen: Vestibularsinn, auch statischer Sinn genannt, weil er die Wahrnehmung des Lotes vermittelt. — Ob durch beide Sinne echte Empfindungen (kinästhetische Empfindungen im weiteren Sinne) vermittelt werden, ist umstritten. Die Frage nach dem Vorhandensein eines eigenen Bewußtseinsvorganges besteht jedenfalls nicht allein für das höhere psychische Geschehen, besonders für das Denken, sondern erhebt sich bereits bei den einfachsten Erscheinungen. So viel ist sicher, daß der N. vestibularis keine rein sensorischen Funktionen besitzt, vielmehr in engem Zusammenhange mit dem motorischen Apparat steht.

„Vordruck 6.



II. Bestimmung von Warm-, Kalt- und Druckpunkten.

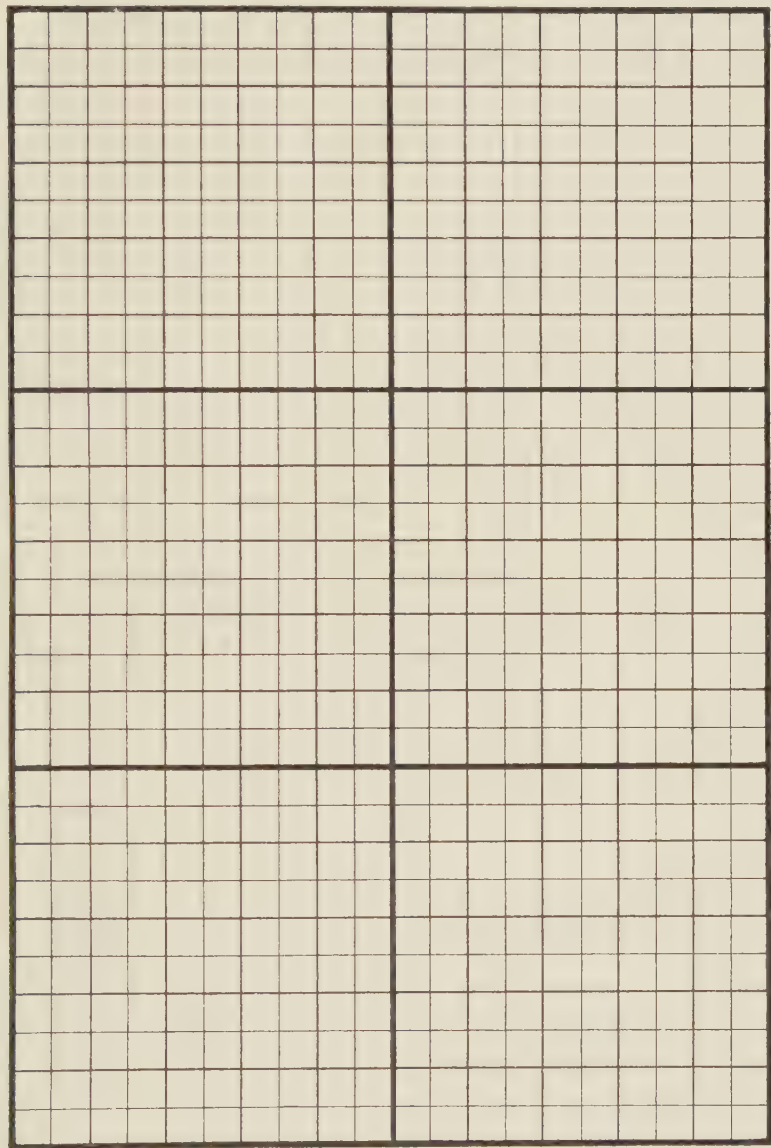
Vermittelst eines Kautschukstempels wird auf dem Unterarm (innere Seite, mittelstarke Behaarung) ein Feld von 6 cm^2 ($= 2 \text{ cm} \cdot 3 \text{ cm}$, Vordruck 6) abgegrenzt. Jedes einzelne Haar ist darin bis auf 1 mm zu kürzen und sein Balg mit einem feinen schwarzen Punkt zu bezeichnen. Zur sicheren Auffindung aller Haare bedarf es sehr guter Beleuchtung und Lupenvergrößerung.

Von den Punkten wird eine Pause auf Gelatinepapier angefertigt, das mit dem gleichen Stempel zu versehen ist. Die so gewonnene Punktkarte überträgt man in 5facher Vergrößerung auf Netzpapier von 5 mm Seitenlänge (S. 53); zu dem Zweck legt man die Pause auf Millimeterpapier (Vordruck 6), so daß jeder Punkt in einem bestimmten Quadrat erscheint, und überträgt ihn auf das entsprechende Quadrat des Netzpapieres.

Die Kaltpunkte findet man, wenn man mit einem nicht zu dünnen Kupferdraht von Zimmertemperatur (abgerundeter Kopf!) die Haut absucht d. h. leicht darüber hinfährt. Da der Draht durch die Haut erwärmt wird, darf sie nicht zu lange mit ihm in Berührung bleiben. Am besten hält man mehrere Drähte bereit und benutzt sie abwechselnd. An bestimmten Stellen tritt die Kaltempfindung auf, was die Vp durch ein Zeichen „Jetzt“ kundgibt. Die Vp soll sich außerdem die betreffende Hautstelle sorgfältig merken, so daß sie deren genaue Bezeichnung unterstützen kann. Länger dauernde oder rasch aufeinander folgende Reizungen

Vordruck 7.

[Dieses Netz kann auch als Koordinatensystem zur graphischen Darstellung sonstiger Versuchsergebnisse benutzt werden.]



Die Gelatinepause ist auf Vordruck 6 zu legen; für die Übertragung selbst dient Vordruck 7.

desselben Kaltpunktes sind zu vermeiden, weil er sich rasch auf die neue Temperatur einstellt und dann nicht mehr anspricht: Adaptation. Die gefundenen Punkte werden mit grüner Farbe bezeichnet und wie vorhin in die Karte eingetragen.

Die Wärmepunkte — rote Tusche — sind in gleicher Weise wie die Kaltpunkte zu bestimmen durch Drähte von 50°C (Wasserbad). Sie müssen vor Gebrauch getrocknet und wegen der raschen Abkühlung öfters gewechselt werden. — Die paradoxe Kaltempfindung tritt bei diesem Versuch auf, wenn man einen Kaltpunkt trifft; er wird als kühl empfunden (vgl. das Gesetz von den spezifischen Sinnesenergien).

Mit Hilfe von Reizhaaren kann geprüft werden, ob außer den bezeichneten Haarbälgen noch andere Stellen der Haut auf diese sehr schwache mechanische Reizung ansprechen (schwarze Punkte). Man wird meistens finden, daß man Haare übersehen hat. Ein Reizhaar von passendem Reizwerte erhält man, wenn man eine Borste von $\frac{1}{5}$ mm Durchmesser und 3—4 cm Länge

senkrecht am Ende eines kleinen Holzgriffes befestigt. Man stößt das freie Ende der Borste kurz und leicht gegen die Haut und wird finden, daß im allgemeinen nur die über den Haarbälgen gelegenen Stellen auf den Reiz ansprechen. Auch hier sind häufige Wiederholungen des

Vordruck 8.

| Sinnesgebiet: | Zahl der Sinnespunkte innerhalb des Feldes: | Mittlere Dichte im Quadrat-zentimeter: |
|---------------|---|--|
| Drucksinn: | | |
| Kaltsinn: | | |
| Warmsinn: | | |

Reizes am gleichen Ort mit Rücksicht auf die Adaptation zu vermeiden.

Entsprechende Reizung von Kalt- oder Wärmepunkten mit einer stärkeren Borste löst die zugehörigen Empfindungen aus, ähnlich wie bei der paradoxen Kaltempfindung. Bemerkenswert ist ferner, daß Schmerz- und Juckempfindungen auf verwandte Weise hervorgerufen werden können. Isolierte Reizung von Warm- und Kaltpunkten ist durch strahlende Wärme (Linse!) und durch fallende Äthertropfen möglich.

Die Zahl der Warm-, Kalt- und Druckpunkte innerhalb des Feldes ist zu bestimmen und ihre mittlere Dichte in Quadratzentimetern zu berechnen (Vordruck 8).

[Vgl. hierzu § 4 I₂ die Verhältnisse bei den Geschmacksknospen; ferner § 6 I₂.]

III. Elektrische Reizung der Hautnerven.

Die Pole des Elementes E werden mit der Primärspule S_1 , des Induktoriums J verbunden unter Einschaltung eines selbsttätigen Unterbrechers, des Wagner'schen Hammers (Sch = Stromschlüssel). Das eine Ende der sekundären Spule S_2 steht in Verbindung mit der indifferenten Elektrode; einem breiten Kupferblech, das mit einem feuchten Fensterleder überzogen ist und um den Unter- bzw. Oberarm geschnallt wird. Das andere Ende der sekundären Spule führt zu einem weichen Kupferdraht von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{3}$ mm Durchmesser und etwa 5 cm Länge. Der Draht muß in einem isolierenden Griff befestigt und sein freies Ende in der Gebläseflamme zu einer kleinen Kupferperle zusammengeschmolzen sein.

Man hält den Draht wagerecht gegen die Haut und achtet darauf, daß diese nur von der Schmelzperle berührt wird. Der auf die Haut

ausgeübte Druck muß so leicht sein, daß das Drähtchen nicht durchgebogen wird. Führt man die Kupferperle langsam über die Haut, so empfindet man je nach der gereizten Stelle Wärme, Kälte oder Schmerz;

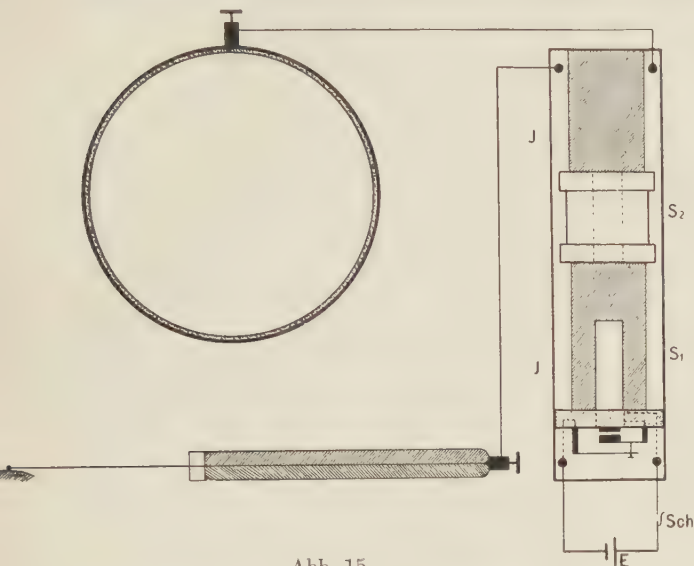


Abb. 15.

(langsam bis 10 zählen!) beide Hände in Wasser von 30°C , so empfindet man es mit der einen Hand als warm, mit der anderen als kalt: Einfluß der Adaptation d. h. eines Reizes auf die Wirkung des folgenden.

IV. Der 3-Schalenversuch.

Hält man die eine Hand in Wasser von 25°C , die andere in solches von 35°C und taucht nach 10–20 Sekunden

V. Der Meißner'sche Versuch.

7,6 cm unter der Oberfläche von Quecksilber beträgt der hydrostatische Druck auf den Quadratcentimeter $100\text{ g} = 0,1\text{ Atmosphäre}$. Bringt man einen Finger, der wegen der Amalgamierungsgefahr keinen goldenen Ring tragen darf, entsprechend tief in ein Gefäß mit Quecksilber (Abb. 16) und hält ihn ganz ruhig, so entsteht keine Druckempfindung. Legt

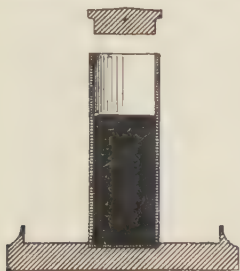


Abb. 16
(M).

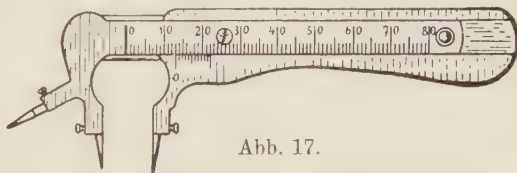


Abb. 17.

man dagegen auf eine ebene Hautfläche ein Korkplättchen von 1 cm^2 und setzt ein 100 g -Gewicht auf, so wird dies deutlich empfunden. — Der Versuch zeigt, daß der Druckwert eines Reizes nicht als Maß seiner Wirkung gelten kann. Wesentliche Bedingung für letztere ist die Gestaltveränderung der Haut und das Setzen eines Druckgefälles in ihrem Innern. Die Theorie

der Tastsinnerregung sieht infolgedessen die Ursache der Erregung in der Auspressung von Gewebsflüssigkeit aus Räumen mit halbdurchlässiger Wand. Bei allseitigem Drucke ist eine solche nicht oder nicht in erforderlichem Maße vorhanden, weshalb derselbe physiologisch unwirksam bleibt.

VI. Die Einwirkung zweier Druckreize aufeinander.

Zur Herstellung von Druckreizen unter genau bekannten Bedingungen bedient man sich des Reizhebelapparates, mit der Anordnung der Hebel, die ihre gleichzeitige Betätigung ermöglicht (s. § 10). Benutzt werden zwei Hebel. Für verschiedene Versuche ist noch ein dritter erforderlich. Die Bedienung des Apparates entspricht genau der oben beschriebenen (S. 39). Eine Reihe von Versuchen, die mit dem Reizhebelapparat angestellt werden, läßt sich auch — in angenäherter Form wenigstens — mit Hilfe eines Tasterzirkels ausführen d. i. ein einfacher Zirkel, dessen Enden abgestumpft sind. Besser eignet sich für die gleichen Zwecke das Ästhesiometer (Abb. 17): Seine handliche Form erlaubt eine gleichmäßige Reizgebung: die Spitzen aus Elfenbein schließen Temperaturempfindungen aus, und der jeweilige Spitzenabstand kann unmittelbar mit großer Genauigkeit (Noniusteilung) abgelesen werden.

Die Vp beobachtet bei den folgenden Versuchen stets mit geschlossenen Augen (Unwissentlichkeit des Verfahrens!).

1. Die Abstumpfung.

Man bietet einen punktförmigen Druckreiz von kurzer Dauer abwechselnd für sich allein oder zusammen mit einem zweiten, einem Nebenreiz der gleichen Art, auf dem benachbarten Finger. Die einzelnen Reizhebel am Apparat können beliebig aus- und eingeschaltet werden (Reizstärke 1—2 g. für den Nebenreiz etwas mehr). Die Empfindung, die für sich allein deutlich und spitz ist, erscheint in Verbindung mit dem Nebenreiz dumpf und verwaschen.

2. Die Verstärkung.

Die Versuche beanspruchen beide Hände der Vp bzw. deren Finger als Reizflächen. Beide Reize, A und B, von der eben beschriebenen Art

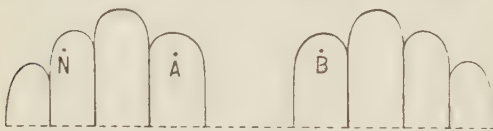


Abb. 18.

— auf dem Zeigefinger jeder Hand einer — werden subjektiv gleichgemacht. Läßt man auf einem A benachbarten Finger gleichzeitig mit diesem Reiz einen Nebenreiz N (stärker als A) einwirken, so

muß man B verstärken, damit A und B wieder gleich erscheinen.

Beim Weglassen des Nebenreizes dagegen wird B in dieser Stärke intensiver als A empfunden:

ohne Nebenreiz:

Werte für B

mit Nebenreiz:

3. Die Anziehung.

Es handelt sich um eine Täuschung, die in der konstanten Unterschätzung des Abstandes zweier Druckreize besteht. Ihre subjektive Entfernung erscheint stets kleiner als die wirkliche (3—6 cm auf dem Unterarm, Innenseite). Diese Erscheinung zeigt sich besonders deutlich, wenn ein Intensitätsunterschied zwischen den beiden Reizen besteht: Der stärkere zieht den schwächeren an d. h. der letztere wird zu nah lokalisiert.

wirklichen Spitzenabstand:

Wert für den

geschätzten Spitzenabstand:

4. Die Raumschwelle.

Man versteht darunter den kleinsten Abstand, bei dem zwei punktförmige Druckreize noch voneinander unterschieden d. h. als Doppelreizung wahrgenommen werden können. Diese Erscheinung wird hier lediglich deshalb im Rahmen der Empfindungspsychologie und nicht der Wahrnehmungslehre behandelt, weil sie in engem theoretischen Zusammenhange mit den genannten Wechselwirkungen von Druckreizen steht.

1. Die Simultanschwelle d. h. die Raumschwelle, die sich bei gleichzeitiger Darbietung der Druckreize ergibt: Man ermittelt nach der Grenzmethode den Spitzenabstand des Tasterzirkels (Ästhesiometers) oder zweier Reizhebel, bei dem die Doppelreizung gerade noch bemerkt wird. Die Entfernung ist abhängig von der Reizstärke und dem Ort der Reizung (Finger, Unterarm, Stirn), wie man sich durch Versuche überzeugt. Es empfiehlt sich, ab und zu nur einen einzelnen Reiz zu geben, um die Zuverlässigkeit der Beobachtungen zu prüfen (Nullversuch).

Finger:

Spitzenabstände bei Erkennung des Doppelreizes: Unterarm:

Stirn:

Werte für starke Reize sind zu unterstreichen.

Der Unterscheidung zweier getrennter Druckempfindungen geht ein Eindruck voraus, der die Reize nicht mehr punkt-, sondern linienförmig erscheinen läßt (Linienchwelle).

2. Die Sukzessivschwelle d. h. die Raumschwelle, die sich bei aufeinanderfolgender Darbietung der Druckreize ergibt: Eine Verschiedenheit in der Zeitlage der Reize wird am Reizhebelapparat so hergestellt, daß man zwei Hebel mit verschiedenen Ausgangslagen nimmt (Verstellung der Schraube der Aufhängerrolle). Damit ist freilich auch eine Verschiedenheit in der Reizdauer verbunden: der zuerst auftreffende Reizhebel geht gleichzeitig mit dem zweiten in die Ausgangsstellung zurück, so daß seine Reizdauer stets die größere ist. Einfacher und gleichmäßiger lassen sich die erforderlichen Versuchsbedingungen mittels der veränderten Anordnung der Reizhebel herstellen, die Abb. 9 zeigt.

Der Zeitabstand zwischen beiden Reizen soll etwas mehr als eine Sekunde betragen. Im übrigen verläuft der Versuch wie oben. Es stellt sich ein typischer Größenunterschied gegenüber der Simultanschwelle heraus,

wobei die zu vergleichenden Werte natürlich auf dieselbe Hautstelle bezogen werden müssen.

Finger:

Spitzenabstand bei Erkennung des Doppelreizes:

Unterarm:

3. Die Richtungsschwelle d. h. die Raumschwelle, bei der nicht allein die Doppelreizung, sondern auch die Lage der beiden gereizten Punkte erkannt wird: Läßt man bei der Simultanschwellen die ungefähre Lage der beiden Punkte zueinander angeben d. h. in welcher Richtung sie zu dem Beobachter liegen, so fallen die Bestimmungen sehr unsicher aus. Bei entsprechender Vergrößerung des Abstandes dagegen, die zu ermitteln ist, werden sie leicht und richtiger.

Finger:

Spitzenabstände bei Erkennung der Richtung: Unterarm:

Stirn:

[Vgl. hierzu § 8 V über Sehschärfe.]

5. Theorie.

Die Ergebnisse lassen sich erklären aus der Erregungsverteilung in den Bahnen des Drucksinnes. Es muß angenommen werden, daß jede Leitung in der grauen Schicht des Rückenmarkes eine Unterbrechung erfährt und das dadurch eine Ausbreitung der Erregung bedingt ist, die mit der Entfernung vom Zentrum der Erregung abnimmt. Abb. 19 I und II

stellen derartige Erregungsverteilungen dar (unterbrochen gezeichnete Kurven). Die Figuren zeigen das Ineinandergreifen zweier Erregungsherde, wie es bei Reizung benachbarter Druckpunkte zu denken ist. Die punktierte Kurve *S* stellt

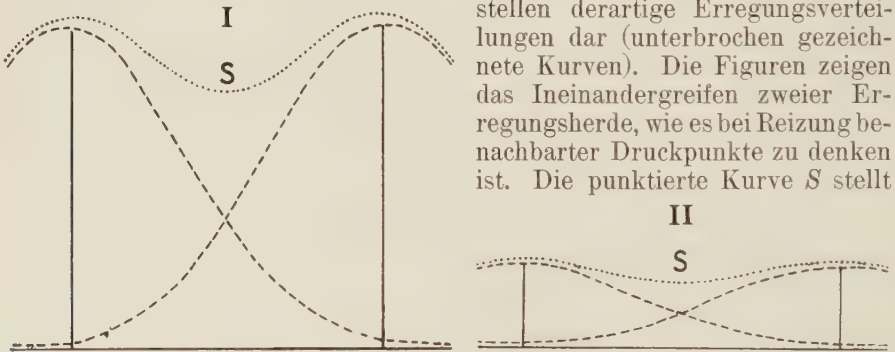


Abb. 19.

die Gesamterregung dar, die durch Summation der Einzelerregungen entsteht. Die Verstärkung ist ohne weiteres aus ihr zu entnehmen. Man sieht ferner, daß der Höhenunterschied d. h. der Abfall der Summationskurve zwischen den beiden Gipfeln verringert wird mit abnehmender Entfernung der letzteren. Von der Auffassung dieser Differenz ist die Unterscheidung zweier Druckpunkte abhängig: wird sie zu klein, so entsteht der Eindruck einer einzigen Berührung. Dies ist besonders bei schwachen Reizen der Fall, die deshalb schwerer zu unterscheiden sind (Abb. 19 II). Das Ineinandergreifen der Erregungen und die damit

verbundene Überbrückung der Unterschiede bedingt ferner die Abstumpfung, das Diffuswerden der Empfindungen. Die niedrige Größenordnung der Sukzessivschwelle ist so zu verstehen, daß die Erregungen rasch abklingen, die Möglichkeit gegenseitiger Störung daher wesentlich verringert wird. — So erklären sich alle hierhergehörigen Tatsachen mit Ausnahme der Richtungsschwelle, für die verwickeltere zentrale Prozesse angenommen werden müssen.

VII. Nachweis verschiedener Schmerzqualitäten.

Der Sprachgebrauch unterscheidet zahlreiche Schmerzarten: stechende, brennende, schneidende, beißende, klopfende, ziehende, dumpfe Schmerzen. Wahrscheinlich handelt es sich dabei nicht um ursprüngliche qualitative Verschiedenheiten der Schmerzempfindung. Räumliche Momente z. B. sind entscheidend, wenn man von einem stechenden und einem schneidenden Schmerz spricht: vgl. ferner Kopf- und Leibschmerzen, für die lediglich die Lokalisation maßgebend ist. Der klopfende Schmerz ist durch seinen zeitlichen Verlauf gekennzeichnet. Viele Schmerzarten erhalten ihr besonderes Gepräge durch andere, begleitende Empfindungen, so der Druck- und der Kälteschmerz.

Ob die raumzeitlichen Unterschiede und die Beimischung anderer Empfindungen allein genügen, um alle Verschiedenheiten der Schmerzempfindung zu erklären, ist fraglich. Das gilt besonders von der Unterscheidung des oberflächlichen hellen und des tiefen dumpfen Schmerzes. Beide Formen kann man leicht beobachten und miteinander vergleichen, indem man einmal eine feine schmale Hautfalte zwischen den Nägeln und dann eine breite dicke zwischen den Fingern quetscht (Tierklemme!). Statt dessen kann man auch Gegenstände von geringer Masse und großer Geschwindigkeit, z. B. eine stark gespannte dünne Stahlfeder und Gegenstände von großer Masse mit geringer Geschwindigkeit (einen mit Kautschuk bekleideten Perkussionshammer), auf die Haut wirken lassen. Die beiden Schmerzarten lassen sich auch mittels elektrischer und Kälte- bzw. Wärmereizung auslösen: Man berührt die Lippen bzw. die Zungenspitze, außerdem den Unterarm (distale Volarseite) mit Eis.

Für das Vorhandensein zweier Schmerzqualitäten spricht neben örtlichen Unterschieden in der Auslösbarkeit die Ungleichheit der Latenzzeiten d. h. der Zeiten, die der Reiz bis zum Eintritt der Empfindung gebraucht. Wahrscheinlich sind beide Schmerzarten an verschiedene Sinnesorgane geknüpft. Den hellen oberflächlichen Schmerz vermitteln die freien Nervenenden, während die Rezeptoren des dumpfen Schmerzes noch dahinstehen.

VIII. Beobachtung von Vibrationsempfindungen.

Von den Druckempfindungen unterscheiden sich in vieler Beziehung die mit ihnen verwandten Vibrationsempfindungen. Folgende Beobachtungen lassen ihre Eigenart deutlich erkennen:

1. An einem eisernen Stativ ist eine elektromagnetische Stimmgabel mittlerer Schwingungszahl angebracht. Mit dem freien Ende der Stange

bringt man der Reihe nach Arm, Bein, Kopf und Rumpf in Berührung. Jedesmal sind deutliche Vibrationsempfindungen vorhanden. Es finden Unterschiede statt, je nachdem die Berührungsstellen straffe gespannte oder weiche entspannte Haut besitzen. Auch ist es von Einfluß, ob die Knochen dicht unter der Haut liegen oder nicht. (Verschiedenartigkeit der Resonanzfähigkeit als Ursache.) Man vergleiche dazu die Vibrationsempfindungen der Zunge.

2. Zu achten ist weiter auf die Lokalisation der Vibrationsempfindungen, die sich von der bekannten des Drucksinnes nicht unwesentlich unterscheidet. Besonders auffallend ist dies, wenn der Ellbogen auf das Stativ gesetzt wird.

3. Wiederholte Berührung des Stativs zeigt, daß die Vibrationsempfindung in einem deutlich späteren Zeitpunkt als die Druckempfindung einsetzt. Bei ganz kurzdauernder Berührung ($\frac{1}{4}$ Sek.) kommt es überhaupt nicht zu einer Vibrationsempfindung.

4. Abgesehen von dem zeitlichen Moment ist auch die Stärke des Druckes von Bedeutung: Man legt einmal die Finger ganz lose auf das Stativ mit schwachschwingender Stimmgabel (Druck etwa gleich 5 g); dann läßt man den Druck zunehmen, so daß er ungefähr 5 kg gleichkommt, also das Tausendfache beträgt. Man vergleicht in beiden Fällen die zugehörigen Vibrationsempfindungen.

Die Eigenart der Vibrationsempfindungen, die eine wesentliche Rolle bei der Tastwahrnehmung spielen, ist als solche unbestreitbar. Dagegen ist sie verschieden gedeutet worden. Es handelt sich entweder um eine besondere Leistung des Drucksinnes oder um einen neuen Sinn, den Vibrationssinn.

IX. Der Kraftsinn und sein Nachweis.

Der Nachweis eines besonderen Kraftsinnes wird geführt durch Gewichtsvergleichungen, die einmal bei aktiver Hebung, das andere Mal bei passiver Belastung der Haut ausgeführt werden. Läßt sich zeigen, daß im ersten Falle Urteile zustandekommen, welche die Aussagen des Drucksinnes umstoßen, so ist damit die Annahme eines besonderen Sinnes, des Kraftsinnes gegeben. — Die Vp läßt im Sitzen den unteren Teil des seitlich ausgestreckten Armes in nahezu wagerechter Stellung auf einem Tischchen ruhen, das fast bis zur Schulterhöhe eingestellt ist. Quer über den Rockärmel werden zwei Kreidestriche gemacht, der eine in 20 cm, der andere in 40 cm Abstand von dem Schultergelenk. Die beiden Striche bezeichnen die Reizstellen, an denen die Gewichte aufgesetzt werden. Die Gewichtssätze bestehen aus 50- und 100 g-Stücken, bügelförmigen Gewichten aus Blei, die rasch ausgewechselt werden können (Abb. 20). Die Vp beobachtet mit geschlossenen Augen, also unwissentlich.

1. Versuche bei ruhiger Armhaltung. Auf den Strich bei 20 cm Abstand werden 600 g aufgesetzt, dann nach einigen Sekunden auf den entfernteren Strich eines der im Vordruck 9 angegebenen Gewichte, worauf die Vp anzugeben hat, welches der beiden Gewichte ihr als das schwerere erscheint. Der Versuch wird mit auf- und absteigenden Ge-

wichten wiederholt, bis für alle Gewichtsverhältnisse zwei Urteile vorliegen. Jedesmal ist das 600 g-Gewicht als Normalreiz zu geben. Der ausgefüllte Vordruck ergibt das Gewichtspaar, bei dem auf Gleichheit erkannt wird.

2. Versuche bei langsamem Heben der Gewichte. Die Haltung der Vp bleibt dieselbe. Wieder werden Gewichtsvergleichen vorgenommen nach Art der vorausgegangenen, nur daß diesmal die Vp die Gewichte durch Hebung prüft: Der gestreckte, im Abstände von 20 cm belastete Arm wird langsam bis zur wagerechten Stellung gehoben, einige Sekunden in derselben gelassen und langsam wieder abgesetzt. Die Vp soll sich den Grad der Spannung einprägen, in den die Schultermuskeln geraten. Sobald der Arm auf das Tischchen zurückgesunken ist, wird das Gewicht abgenommen und mit einem dem Vordruck 9 zu entnehmenden zweiten in 40 cm Abstand verglichen, das auf dieselbe Weise geprüft ist. Die Reizskala kann nach oben verlängert werden entsprechend der ersten (600, 700 g usw.). Die Gleichheitsurteile treten jetzt bei ganz anderen Gewichten auf als vorher. Der Sinn des Unterschiedes wird klar, wenn man die Drehmomente der Schwere berechnet, die von den Muskeln zu überwinden sind d. h. wenn man die Produkte bildet aus dem Hebelarm (20 bzw. 40 cm) und dem zugehörigen Gewicht.



Abb. 20.

Zur Theorie: Für die Ergebnisse der Hebungsversuche sind nicht die Gewichte als solche, sondern ihre Drehmomente in Bezug auf das Schultergelenk maßgebend. Der Drucksinn kann für diese Leistung nicht in Anspruch genommen werden, wie aus den ersten Versuchen hervorgeht; es muß sich demnach um einen anderen Sinn, den Kraftsinn, handeln. Als Träger desselben sind die zahlreichen rezeptorischen Nervenendigungen der Muskeln und Sehnen anzusprechen.

Vordruck 9.

| Versuche bei ruhiger Armhaltung | | | Versuche bei langsamem Heben | | |
|--|---------|---|-------------------------------|---------|---|
| Gewicht im Abstände von 20 cm stets gleich 600 g | | | | | |
| Gewicht im Abstände von 40 cm | Urteile | | Gewicht im Abstände von 40 cm | Urteile | |
| | 1 | 2 | | 1 | 2 |
| 300 g | | | 200 g | | |
| 400 | | | 250 | | |
| 500 | | | 300 | | |
| 600 | | | 350 | | |
| 700 | | | 400 | | |
| 800 | | | 450 | | |
| 900 | | | 500 | | |

X. Versuche zur Auffassung von Bewegung und Lage des Körpers.

1. Dreht man sich in gerader Körperhaltung 10mal rasch um sich selbst und bleibt dann mit geschlossenen Augen stehen, so hat man trotzdem noch die Empfindung einer Drehung, deren Richtung festzustellen ist. Daß eine solche Nachempfindung auftritt, hängt mit der Trägheit der Bogengangflüssigkeit zusammen: mit der Körperbewegung hört deren Strömung nicht sogleich auf. Beachtenswert sind weiter die motorischen Erscheinungen, die mit den subjektiven Hand in Hand gehen. Sie finden ihren Ausdruck in der Körperhaltung bzw. -bewegung, sowie in einem eigentümlichen Zucken der Augen (Nystagmus), das sich willkürlich nicht herstellen läßt, das aber auftritt, wenn im Augenblicke des Stillstehens ein vorgehaltener Zeigefinger fixiert werden soll. Die Richtung der Augenbewegung steht in einem bestimmten Verhältnis zur Körperdrehung, wie man sich überzeugt.

Der Drehversuch wird ausgeführt, indem man den Kopf auf die Brust, dann, in einem weiteren Versuch, gegen die Schulter neigt und beim Stillstehen plötzlich wieder aufrichtet. Man beschreibe die dabei auftretenden Eindrücke.

2. Die Vp steht mit geschlossenen Augen in gerader Haltung. Sie bekommt einen Stab in die Hände, den sie genau senkrecht halten soll. Die gleiche Aufgabe wird ihr gestellt, wenn der Kopf einmal so weit wie möglich nach links, das andere Mal nach rechts geneigt wird. Man vergleiche die jeweiligen Stellungen, die sie dabei dem Stabe gibt: immer mit der Aufgabe, damit das Lot anzugeben.

[Vgl. § 6 IV. 2.]

A. Pütter, Sinnesorgane. *Physiol. d. Sinnesorg.* Handwörterb. d. Naturw. Jena 1913.
J. v. Kries, Allgemeine Sinnesphysiologie. Leipzig 1923.

Handbuch d. normalen u. pathol. Physiologie Bd. 11. Berlin 1926.

N. Brühl, Die spezifischen Sinnesenergien nach Joh. Müller im Lichte der Tatsachen. Fulda 1915.

M. v. Frey, Vorlesungen über Physiologie. 3. Aufl. Berlin 1920.

W. Nagel, Handbuch der Physiologie des Menschen, Bd. 3 u. Erg.-Bd. Braunschweig 1905.

R. Pauli, Die Untersuchungen M. v. Frey's über die Raumschwelle. *Archiv f. d. ges. Psychologie*, Bd. 28, 1913.

Sammelbericht über die Versuche und die theoretischen Vorstellungen im Text.

V. Henri, Über die Raumwahrnehmungen des Tastsinnes. Berlin 1898.

Monographische Darstellung.

M. v. Frey, Ein einfacher Versuch zum Nachweis des Kraftsinnes. *Sitzungsberichte d. Physik.-med. Gesellsch. zu Würzburg*, 15. Jan. 1914.

M. v. Frey, Versuche über schmerzzerregende Reize. *Zeitschr. f. Biol.*, Bd. 76, 1922.
Gibt einen vollständigen Überblick über den gegenwärtigen Stand der Forschung.

D. Katz, Der Vibrationssinn. Jerusalem 1923.

Sucht einen eigenen Sinn — neben dem Drucksinn — nachzuweisen.

H. Schriever, Über Schmerzqualitäten. *Verhandl. d. phys.-med. Gesellsch. z. Würzburg*. Neue Folge, Bd. 52.

M. v. Frey u. H. Rein, Physiologie der Haut. *Handb. d. Haut- u. Geschlechtskrankh.*, Bd. 1, II. Teil. Berlin 1929.

M. v. Frey, Die vier Empfindungsarten des Drucksinnes. *Zeitschr. f. Biol.*, Bd. 79, 1923.

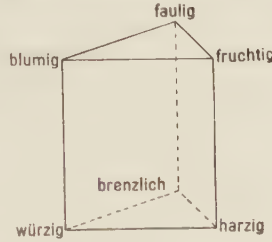
M. v. Frey, Physiologische Versuche über das Vibrationsgefühl. *Zeitschr. f. Biol.*, Bd. 65, 1915.

§ 4. Geruchs- und Geschmacksempfindungen.

I. Allgemeines.

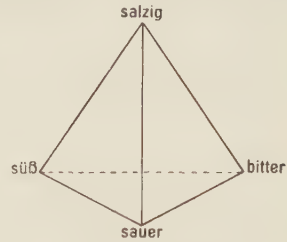
1. Vom Geruchssinn.

Für den Geruchssinn werden gegenwärtig meist sechs Grundempfindungen angenommen: würzig, blumig, fruchtig, harzig, faulig und brenzlich (Zusammenstellung 2 und Abb. 21). Die Ähnlichkeitsbeziehungen und Übergangsmöglichkeiten der verschiedenen Geruchsarten sind aus dem Geruchsprisma zu entnehmen, auf dessen Oberfläche die Geruchsqualitäten nach ihrer Verwandtschaft geordnet zu denken sind: vgl. das Farbenoktaeder § 6. Ein letzterem verwandtes System wird neuerdings an Stelle des Geruchsprismas gesetzt: der Schwarz-Weißreihe entspricht die Benzol-Naphthalinreihe; ähnlich dem Farbkreis lassen sich folgende Gerüche ordnen: Pinen, Limonen, Zitronellol, Geraniol, Linalool, Terpeneol, Anisaldehyd, Heliotropin, Vanillin, Isoeugenol, Isosafrol, Anethol.



Geruchsprisma

Abb. 21.



Geschmackstetraeder

Abb. 22.

Zusammenstellung 2.

Einteilung der Gerüche.

| Geruchs- klasse: | Vertreter, nach dem Ähnlichkeitsgrad geordnet: |
|---------------------|--|
| 1. Würzig | Fenchel, Sassafrasöl, Majoran, Kardamomen, Muskat, Anis, Pfeffer, Ingwer, Zimt, Kassiaöl, Gewürznelken, Kümmel. |
| 2. Blumig | Heliotropin, Tonkabohne, Cumarin, Geraniumöl, Jasminöl, Opoponax, Ylang-Ylangöl, Mimose. |
| 3. Fruchtig | Orangenöl, Pomeranzenöl, Limettenöl, Lumienöl, Zitronatöl, Zitronellaöl, Limongrasöl, Zitronenöl, Citral, Bergamottöl, Apfeläther (isovaleriansaurer Isoamylester), Essigäther (essigsaurer Äthylester), Äthyläther, Azeton. |
| 4. Harzig | Terpentinöl, Pinen, Sandarak, Kanadabalsam, Kiefernadel, Fichtennadel, Mastix, Kopaivabalsam, Weihrauch, Spikanard, Zedernholzöl, Eukalyptusöl, Perubalsam, Myrrhentinktur, Myrte. |
| 5. Faulig | Schwefelwasserstoff. |
| 6. Brenzlich | Teer, Pyridin, Kresol. |

Nur in gas- oder dampfförmigem Zustand wirken die in Zusammenstellung 2 angeführten Stoffe als Reize auf das Geruchsorgan. — Vermittelt werden die Geruchsempfindungen durch die Riechzellen der Riechschleimhaut in der Nase.

2. Vom Geschmacksinn.

Die vier Hauptqualitäten des Geschmacksinnes sind: süß, sauer, salzig und bitter (vgl. das Geschmackstetraeder). Sie werden vermittelt durch die Geschmacksknospen oder Schmeckbecher, Epithelbildungen, die sich in den Papillae circumvallatae, fungiformes, foliatae der Zungenschleimhaut finden (nicht dagegen in den Papillae filiformes). Die Geschmacksknospen sind vermutlich qualitativ nicht gleichwertig, denn bei Reizung einzelner Papillen erhält man in der Regel nicht alle vier, sondern drei oder zwei oder gar nur eine der vier Grundempfindungen. So erklärt es sich, daß Süß vorwiegend an der Zungenspitze, Bitter am Zungengrund, Salzig an der Spitze und den vorderen Rändern der Zunge und Sauer in der Mitte der beiden Zungenränder empfunden wird. Nur gelöste Stoffe kommen als Reize für den Geschmacksinn in Betracht.

Zusammenstellung 3.

| Geschmacks- klasse | Adäquater Reiz: |
|-----------------------|--|
| 1. Sauer | Organische und anorganische Säuren. |
| 2. Salzig | Neutralsalze, insbesondere die Halogensalze der Alkalimetalle und des Ammoniums. |
| 3. Bitter | Die Laugen, die Salze der alkalischen Erden, die Alkaloide, die aromatischen Amine und Ammoniumverbindungen, Pikrinsäure, Tanin usw. |
| 4. Süß | Anorganische Verbindungen von Beryllium, Blei, Arsen, Antimon, Aluminium usw. 2- und mehrwertige Alkohole der aliphathischen Reihe, ihre Aldehyde und Ketone. Mono- und Disaccharide, viele α -Aminosäuren der aliphathischen Reihe, Chloroform, Saccharin, Dulzin, Gluzin u. a. m. |

Zusammenstellung 3 gibt eine Übersicht über den adäquaten Reiz der Geschmacksempfindungen. Die Angaben sind insofern relativ, als ein und derselbe Stoff, je nach der Konzentration, auch zwei und mehr Qualitäten erregen kann.

Zwischen dem chemischen Aufbau der Geschmacksstoffe und ihrer Geschmacksqualität bestehen Beziehungen: Für den sauren Geschmack ist das Wasserstoffion maßgebend, für die Süßempfindung kommen als geschmackerzeugende Gruppen gewisse Atomkomplexe in Betracht z. B. die OH- und die NH₂-Gruppe.

II. Einteilung der Geruchsqualitäten; Geruchsadaptation.

1. Für jede der sechs Grundempfindungen werden 1—2 Vertreter dargeboten (vgl. die Zusammenstellung 2).

Bei dieser Gelegenheit kann man sich von der Tatsache der Adaptation beim Geruchssinn überzeugen: Läßt man die Gerüche längere Zeit einwirken, so verschwinden die zugehörigen Empfindungen. Mit Hilfe der Stoppuhr kann diese Dauer für verschiedene Reize festgestellt werden.

2. Die Vp soll eine Anzahl von Gerüchen, die einer bestimmten Klasse angehören, nach ihrer Ähnlichkeit ordnen. Die Geruchsproben selbst werden zweckmäßig mit Kennziffern oder Buchstaben bezeichnet. Besonders geeignet für diesen Versuch sind die folgenden Gerüche: Pinen, Limonen, Citronellol, Geraniol, Linalool, Terpentineol, Anisaldehyd, Heliotropin, Vanillin, Isoeugenol, Isosafrol, Anethol. Es fragt sich, inwieweit das in dem Geruchsprisma enthaltene System bestätigt wird.
3. Unter eine Reihe von Gerüchen, die derselben Klasse angehören, werden 1—2 andersartige gemischt. Die Vp hat die Aufgabe, die fremden Gerüche herauszufinden.
4. Es sollen die Ähnlichkeitsbeziehungen von Lorbeer, Arnika und Vanille zu den Grundempfindungen bestimmt werden.

III. Aufhebung und Mischung von Gerüchen.

Gerüche können sich gegenseitig ähnlich wie zwei Komplementär-farben aufheben, wenn sie in geeignetem Verhältnis zueinander gemischt werden. Dazu bedarf es einer meßbaren Abstufung der Geruchstärke, die das Olfaktometer ermöglicht (Abb. 23).

Es beruht auf der Tatsache, daß die Stärke des Geruchsreizes proportional ist der Fläche, von der die riechende Substanz abdunstet: Man zieht durch die Glasröhre *G*, deren rechtes, aufgebogenes Ende in die äußere Nasenöffnung eingeführt wird, die Luft ein und schiebt dann den mit der riechenden Substanz getränkten Zylinder *Z* nach links so lange vor, bis der Geruch wahrgenommen wird. Die Länge *AB* ist an einer Centimeterteilung abzulesen. Der Dampf der Riechsubstanz dringt dann in den Luftstrom der Glasröhre ein, und zwar in um so stärkerem Maße, je weiter der Zylinder herausgezogen wird. Man überzeugt sich hiervon durch einen Versuch.

Das Doppelolfaktometer dient zur Mischung zweier Gerüche; man benutzt es, um das Kompensationsverhältnis z. B. von Kautschuk- und Zedernholzgeruch oder von Jodoform und Perubalsam zu bestimmen. Das Olfaktometer wird zunächst so eingestellt, daß kein Geruch wahrnehmbar ist. Dann gibt man den einen und läßt von dem anderen so viel hinzutreten, bis sie sich gegenseitig aufheben. Die Kompensation kann bei verschiedenen Reizstärken (Ausgangslängen) vorgenommen werden. Die entsprechende Erscheinung im Bereiche des Geschmacksinnes ist aus der täglichen Erfahrung bekannt: man denke an die Veränderung des bitteren Kaffeeschmacks durch Zucker. Man beobachtet ferner die Erscheinungen, die auftreten, wenn Kampfer der Reihe nach mit folgenden Gerüchen gemischt wird: Zwiebel, Wacholderbeeröl, Kölnisches Wasser, Petroleum und Zitronenöl.

[Vgl. hierzu § 6 II.]

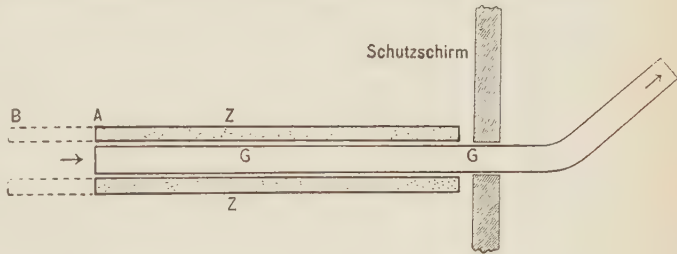


Abb. 23.

IV. Der laugige Geruch: Versuche mit Natronlauge.

1. Trennung von Geruchs- und Geschmacksempfindung.

Man verdünnt 2—3 cem Normalnatronlauge ($\frac{n}{10}$ NaOH = 0,4 %) in einem Meßzylinder mit destilliertem, vorher ausgekochtem Wasser um das 10—20fache und nimmt langsam einen Schluck davon: dabei hat man einen eigentümlichen, den laugigen Eindruck („Geschmack“). Verschließt man vor dem Einnehmen die Nase, so ist die Empfindung verschwunden, tritt aber sofort wieder auf, wenn die Nase gleich nach dem Schlucke geöffnet wird. Der Versuch zeigt, daß es sich hier um einen Geruch und nicht um einen Geschmack handelt, wie es anfangs bei ungenauer natürlicher Beobachtung schien. (Bezeichnende Verwechslung!)

2. Schwellenbestimmungen,

um den Einfluß des Ortes der Reizeinwirkung und den der Konzentration nachzuweisen. Nimmt man $\frac{n}{50}$ NaOH in den Mund (5fache Verdünnung der obigen), so schmeckt dieselbe an der Zungenspitze süß, auf dem Zungenrunde dagegen schwach bitter; außerdem hat man noch eine leicht brennende Empfindung. Man kann die vier Empfindungsqualitäten, die Natronlauge insgesamt hervorzurufen imstande ist, durch Änderung der Konzentration voneinander trennen und gleichzeitig ihre Schwellen bestimmen. Zu dem Zwecke bringt man mittels Pipette 1 cem $\frac{n}{10}$ NaOH in den Meßzylinder und verdünnt mit destilliertem Wasser auf das 10-, 20-, 30- bis 100fache und erhält so Konzentrationen, die zwischen $\frac{n}{100}$ bis $\frac{n}{1000}$ schwanken (Vordruck 10): jedesmal überzeugt man sich, welche

Vordruck 10.

| Qualität | An Qualitäten sind vorhanden bei einer Konzentration der NaOH von | | | | | | | | | |
|----------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| | $\frac{n}{100}$ | $\frac{n}{200}$ | $\frac{n}{300}$ | $\frac{n}{400}$ | $\frac{n}{500}$ | $\frac{n}{600}$ | $\frac{n}{700}$ | $\frac{n}{800}$ | $\frac{n}{900}$ | $\frac{n}{1000}$ |
| | | | | | | | | | | |
| laugig | | | | | | | | | | |
| süß | | | | | | | | | | |
| bitter | | | | | | | | | | |
| brennend | | | | | | | | | | |

Empfindungsqualitäten noch vorhanden sind. Die Konzentrationen brauchen nicht in abnehmender Stärke gekostet zu werden. Es empfiehlt sich vielmehr, zunächst und abwechselnd mit starken Lösungen schwache zu nehmen, um die Abstumpfung des Geschmacksorganes zu vermeiden. Aus dem gleichen Grunde sind entsprechende Pausen zwischen den Versuchen angezeigt.

3. Empfindungsqualität und chemische Konstitution des Reizes.

Der laugige Geruch ist bedingt durch die Entwicklung von methyliertem Ammoniak (NH_3), d. h. Ammoniak, bei dem ein, zwei oder alle drei H durch die CH_3 -Gruppe ersetzt sind. Diese flüchtigen organischen Basen sind als Zerfallsprodukte der Epithelien in dem Speichel enthalten

und werden durch die Natronlauge aus ihrer Verbindung mit Kohlensäure verdrängt: Man bringt einige Tropfen der $\frac{n}{10}$ NaOH auf ein Uhrglas: sie riechen nicht. Verrührt man sie mit etwas Speichel, so tritt der charakteristische laugige Geruch auf.

V. Versuche mit Chloroform.

Man gibt in eine Flasche 100 cem Wasser, dazu 5—10 Tropfen Chloroform und schüttelt bis zur vollständigen Lösung. Gießt man von der Lösung in ein Uhrglas und riecht daran, so erhält man den ätherischen Geruch des Chloroforms. Bringt man eine kleine Menge der Flüssigkeit in den Mund, so entsteht eine starke Süßempfindung, leichtes Brennen und Kälteempfindung, daneben bei unverschlossener Nase der bekannte Geruch. Zieht man den Dampf des Chloroforms unverdünnt durch die Nase ein, oder besser, läßt man den Dampf aus einem Bechergläschen, auf dessen Boden sich Watte mit einigen Tropfen Chloroform befindet, in die Nase einfließen, so erhält man Geruch, Süßempfindung, Brennen und Kälte gleichzeitig. Der Versuch beweist u. a., daß der Geschmack nicht auf die Mundhöhle beschränkt ist (vgl. ferner das Gesetz von den spezifischen Sinnesenergien).

VI. Mechanische Reizung von Geschmacksknospen.

Reibt man die Zungenbasis kräftig mit einem Glasstäbchen, so wird deutlich ein Geschmack empfunden, dessen Qualität festzustellen ist.

[Vgl. die Versuche § 3 II und III, außerdem das Gesetz von den spezifischen Sinnesenergien, S. 54.]

VII. Geschmackskontrast.

Man schluckt einen Mund voll destillierten, d. h. chemisch reinen Wassers, darauf wieder einen, nachdem man zuvor chlorsaures Kali in schwacher Lösung genommen hat. Es sind die Geschmacksempfindungen zu vergleichen, die das Wasser beide Male auslöst. Man beachte ferner die Beziehung, in der die Empfindung des chlorsauren Kali zu der nachfolgenden des Wassers steht. Ferner ist der Einfluß der Konzentration des chlorsauren Kali zu prüfen.

[Vgl. § 6 III und IV.]

VIII. Geschmacksgleichungen.

Aus Reizen für die vier Geschmacksqualitäten lassen sich Mischungen herstellen, die den Lösungen anorganischer Salze (also einheitlicher Körper) geschmacksgleich sind. Als geeignete Reize kommen in Betracht:

Für die Bitterempfindung: Chin. hydrochl. (Ch)

„ „ Süß „ : Traubenzucker (T)

„ „ Salz „ : Kochsalz (NaCl)

„ „ Sauer „ : Weinsteinsäure (W).

Passend gemischt können sie u. a. folgenden Stoffen geschmacksgleich gemacht werden:

| | |
|--|---------------------------|
| Magnesiumchlorid MgCl_2 | Geschmack : bitter-salzig |
| Neutrales Kaliumsulfat K_2SO_4 | „ : bitter-sauer |
| Magnesiumsulfat MgSO_4 | „ : bitter-süß |
| Ammonchlorid NH_4Cl | „ : salzig-sauer |
| Natriumkarbonat Na_2CO_3 | „ : salzig-süß |
| Berylliumsulfat BeSO_4 | „ : sauer-süß |

Man sieht, die so hervorgerufenen Geschmacksempfindungen stellen die binären Kombinationen der vier Grundqualitäten dar. Als Beispiel für eine Geschmacksgleichung sei genannt;

$$0,374n \text{ NH}_4\text{Cl} = 1,02n \text{ NaCl} + 0,00016n \text{ Ch} + 0,00356n \text{ W.}$$

Ihre Geltung erstreckt sich nur auf eine bestimmte Vp: man hat bei diesen Gleichungen mit erheblichen individuellen Unterschieden zu rechnen.

Für Berylliumsulfat ist die Gleichung zu suchen. Es bedarf dazu zweier Stoffe, des Traubenzuckers und der Weinsteinsäure. Chinin kommt nur ausnahmsweise in Frage und soll hier der Einfachheit halber unberücksichtigt bleiben. Die unveränderliche Berylliumsulfatlösung, die dem Versuch zugrunde gelegt wird, beträgt 0,00477 n. Die zugehörigen Konzentrationen für Traubenzucker schwanken zwischen 0,222 und 0,555 n, für Weinsteinsäure zwischen 0,00060—0,0054 n, je nach der Vp. Alle Lösungen werden mit destilliertem Wasser angesetzt und auf Zimmertemperatur gebracht.

Was die Ausführung der Geschmacksvergleiche angeht, so kommt nur eine aufeinanderfolgende Darbietung der Reize in Betracht. Je eine Lösung wird in den Mund genommen (stets 10 ccm) und nach genauer Feststellung der Geschmacksqualitäten nicht geschluckt, sondern ausgeworfen, danach ist mit Trinkwasser nachzuspülen. Es folgt in gleicher Weise die Probe der zu vergleichenden Lösung, nach der das Urteil bezl. der Gleichheit oder Verschiedenheit beider Reize gefällt und im letzteren Falle näher begründet wird: d. h. die Art des Unterschiedes ist im einzelnen anzugeben. Zu Beginn der Versuche prägt sich die Vp den Normalreiz (0,00477 n BeSO_4) fest ein, indem sie die Lösung etwa 5 Minuten lang im Munde behält. Sodann wird eine Mischung geboten (T+W), der wieder der Normalreiz folgt usw. Vorerst kommt es nur darauf an, daß die Vp den letzteren sicher erkennt. Ist das der Fall, dann ändert man den Vergleichsreiz, d. h. die Konzentration der Mischungskomponenten so lange, bis bei abwechselnden Versuchen die Berylliumsulfatlösung von der Mischung nicht mehr unterschieden wird. Die zugehörigen Konzentrationen sind für T und W anzugeben:

$$0,00477n \text{ BeSO}_4 = \quad .T + \quad .W$$

Zu einem verwandten Versuch eignet sich die Gleichung zwischen NaBr (0,388 n) und NaCl (0,273—0,410 n) + Ch. h. (0,000019—0,000095 n). [Vgl. hierzu § 6 II.]

H. Zwaardemaker, Geruch, Geschmack. Handwörterb. d. Naturw. Jena 1913.

E. B. Titchener, Lehrbuch der Psychologie, übers. von O. Klemm, 2. Aufl. Leipzig 1910.

H. Henning, Der Geruch, 2. Aufl. Leipzig 1928.

Die neueste Sonderbearbeitung dieses Gebietes, die ausführliche Quellennachweise enthält und auch den Geschmacksinn berücksichtigt.

W. Nagel, Handbuch der Physiologie des Menschen, Bd. 3. Braunschweig 1905.

- Handbuch der normal. u. pathol. Physiol., Bd. 11. Berlin 1926.
- E. v. Skramlik, Die Physiologie des Geruch- und Geschmacksinnes. Handb. d. Physiol. d. niederen Sinne, Bd. 1. Leipzig 1926.
Das umfassendste Werk auf diesem Gebiete.
- M. v. Frey, Der laugige Geruch. Archiv f. d. ges. Physiol., Bd. 136, 1910.
Die Versuche im Text stützen sich auf diese Arbeit.
- E. v. Skramlik, Mischungsgleichungen im Gebiete des Geschmacksinnes. Zeitschr. f. Sinnesphysiol., Bd. 53, Heft 1, 2 und 6, 1922.
Ein wertvoller Beitrag zur Physiologie und Psychologie des Geschmacksinnes, dem die angeführten Versuche entnommen sind.
- G. Cohn, Die Riechstoffe. Braunschweig 1904.
- G. Cohn, Die organischen Geschmacksstoffe. Berlin 1914.
- E. Oertly und R. G. Myers, Eine neue Theorie der Beziehung der Konstitution zu dem Geschmack. Journ. Americ. Chem. Soc., Bd. 41, 1919.
- W. Sternberg, Das süßende Prinzip. Verhandl. d. Gesellsch. deutscher Naturforscher und Ärzte. 2. Teil, 2. Hälfte, 1902.
- K. Wartenberg, Das Qualitätensystem der Geruchsempfindungen. Ber. ü. d. 9. Kongr. f. exp. Psychol. Jena 1926.
Gibt das vom Geruchsprisma abweichende System und damit wichtige Fingerzeige für entsprechende Geruchsvergleiche.
- J. Herrmann, Gesamterlebnisse bei Gerüchen. Neue psychol. Stud., Bd. 1, 1926.

§ 5. Gehörsempfindungen.

I. Allgemeines.

Die Gehörsempfindungen zerfallen in zwei Hauptklassen: in Klänge bzw. Töne und in Geräusche. Erstere werden durch regelmäßige, letztere meist durch unregelmäßige periodische Schwingungen hervorgerufen. Regelmäßige periodische Schwingungen von sehr kurzer Dauer lösen ebenfalls Geräuschempfindungen aus, welch letztere im Gegensatz zu den Tönen und Klängen etwas Rauhes, Unstetes an sich haben. Von der Schwingungsweite hängt die Stärke des Klanges oder des Tones ab, von der Schwingungszahl seine Höhe und von der Schwingungsform die Klangfarbe. Jede Schwingungsform läßt sich auflösen in eine größere oder kleinere Zahl von Teilschwingungen einfachster Art (Pendel- oder Sinusschwingungen), deren Schwingungszahlen ganze Vielfache einer tiefsten oder Grundschwingung sind (Fourier'sche Analyse). Die durch solche einfachste Schwingungen hervorgerufenen Empfindungen werden als Töne bezeichnet. Klang dagegen ist eine Mehrheit von Tönen, die durch eine bestimmte Tonhöhe gekennzeichnet ist. Je mehr Töne ein Klang enthält, desto reicher und vollkommener erscheint er. Mehrklänge unterscheiden sich durch den Grad der Verschmelzung, die von der vollkommenen Konsonanz (der Oktave) in mannigfachen Abstufungen zur reinen Dissonanz hinüberführt. Der Verschmelzungsgrad ist vorzugsweise bedingt durch die Schwebungen. Durch sie erhält der Klang etwas Rauhes, Geräuschartiges, Unharmonisches. Je reicher die Klänge an unharmonischen Teiltönen sind, desto größer ist die durch Schwebungen bedingte Störung des Zusammenklanges. — Die Vokale nehmen innerhalb der Gehörsempfindungen eine Sonderstellung ein, die im einzelnen noch nicht feststeht. U. a. werden sie als eine besondere Art von Klängen oder Geräuschen aufgefaßt. Sie bilden jedenfalls ein eigenes System für sich, ähnlich dem Farbenviereck (S. 78). — Hauptqualitäten — entsprechend dem Rot, Gelb, Grün und Blau — sind u, o, a, e, i, ganz

besonders aber u, a, i, während ü und ö Mischeindrücke darstellen, ähnlich dem Orange und Blaugrün. Das Schema zeigt die Abhängigkeitsbeziehungen der Vokale untereinander (vgl. hierzu auch die Systeme der Geruchs- und Geschmacksqualitäten).

Für alle Gehörsempfindungen stehen — abgesehen von der Dauer — zwei Merkmale fest: Qualität und Stärke. Bei Tönen wird die Qualität gewöhnlich als Tonhöhe bezeichnet. Außer diesen beiden Merkmalen wird neuerdings die Oktavenähnlichkeit als ein drittes Merkmal für die Tonempfindung in Anspruch genommen. In dieser Eigenschaft sind sich zwei Töne, die sich um das Doppelte ihrer Schwingungszahlen unterscheiden, ähnlicher, als zwei in der Tonleiter nahe beieinanderliegende Töne. Auch die Vokalität oder die Vokalähnlichkeit d. h. die Beziehung oder der Verwandtschaftsgrad zu Tönen, die für die einzelnen Vokale charakteristisch sind, ist in diesem Zusammenhange zu nennen. Doch ist es zweifelhaft, ob es sich dabei um ein Empfindungsmerkmal handelt.

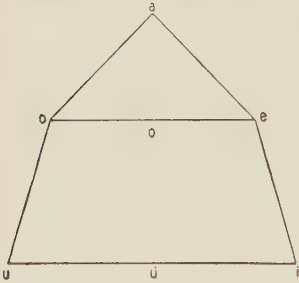


Abb. 24.

Das Sinnesorgan der Gehörsempfindungen ist das Corti'sche Organ in der Schnecke, ein nervöses Gebilde, das durch die Schwingungen seiner Unterlage, der Basilarmembran, mechanisch erregt wird. Diese Membran ist durch ihren eigenartigen Bau maßgebend für die Art der Erregung. Sie setzt sich klaviersaitenartig aus mindestens 14000 Fäserchen von

stetig ab- bzw. zunehmender Länge zusammen: je nach der durch Trommelfell und Gehörknöchelchen vermittelten Schwingungszahl spricht eine andere Faserlänge am stärksten an und bedingt so die Unterschiede in Erregung und Empfindung. Die Auffassung des Corti'schen Organs als eines Systems von Resonatoren wird u. a. gestützt durch das Auftreten der Schwebungen beim Zusammenklänge benachbarter Töne.

II. Herstellung reiner Töne; Klangfarbe.

Ein und dieselbe Note, z. B. a_1 , klingt auf dem Klavier anders als auf einer Zungenpfeife oder einem anderen Instrument: die Klänge unterscheiden sich durch ihre Farbe d. h. nach Zahl, Lage, Stärke der Obertöne, die dem Grundton beigemischt sind. Jedes Instrument, auch die Stimmgabel, besitzt Obertöne, so daß besondere Vorrichtungen zur Erzeugung reiner Töne bzw. ganz einfacher Tonschwingungen nötig sind.

Sie bestehen in Röhrensystemen, die durch Interferenz die Obertöne vernichten. Wie aus Abb. 25 ersichtlich, sind die Röhren mit verschiebbarem Stempel versehen und stehen senkrecht zum Schalleitungsrohr. Stellt man die Länge dieser Röhren so ein, daß sie gleich $\frac{1}{4}$ Wellenlänge des betreffenden Tones ist, der Ton also nach dem Hin- und Herlaufen mit $\frac{1}{2}$ Wellenlänge Gangunterschied zurückkommt, so vernichtet er die durch das Leitungsrohr gehenden Wellen, da Berg und Tal (Verdichtung und Verdünnung) sich gegenseitig aufheben. Zur vollständigen Auslöschung bedarf es des gleichartigen Ausziehens mehrerer Stempel, um Ungenauigkeiten im einzelnen auszugleichen.

Als Tonquelle verwendet man am besten eine elektromagnetische Stimmgabel, weil sie gestattet, einen Ton beliebig lange Zeit mit gleichbleibender Stärke ertönen zu

lassen. Ist die Schwingungszahl des Grundtones bekannt, so läßt sich die Wellenlänge der einzelnen Obertöne berechnen auf Grund der Formel $\lambda = \frac{v}{n}$. λ = Wellenlänge, n = Schwingungszahl, v = Fortpflanzungsgeschwindigkeit ($= 330 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-1}$ in Luft).

Um sich davon zu überzeugen, daß die Obertöne wirklich vollständig vernichtet sind, schaltet man den Grundton selbst aus: es darf dann keinerlei Tonwahrnehmung mehr stattfinden; auch dürfen keine Schwebungen bei Hinzunahme einer Hilfsstimmgabel hörbar sein. Die Aufhebung des Grundtones erlaubt zugleich die isolierte Beobachtung der ungeradzahigen Obertöne, denn die Ausschaltung eines Tones bedingt auch die aller

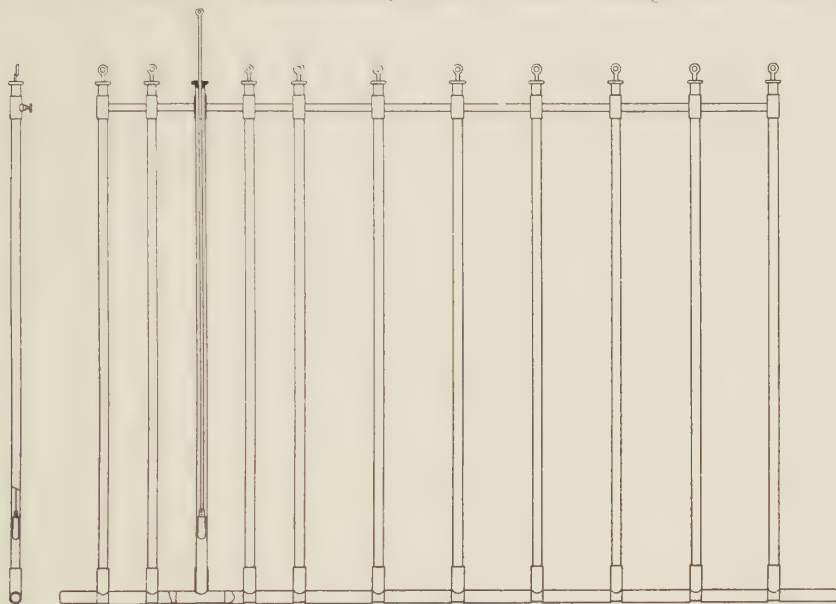


Abb. 25.

geradzahigen Schwingungen: mit dem Ton von 100 Schwingungen fallen auch 200, 400, 800 usw. Schwingungen fort. Man vergleiche ferner den reinen Ton mit entsprechenden anderen (Stimmgabelton, Pfeifenton usw.), um sich von dem Unterschied und der Wirkungsweise der Obertöne zu überzeugen.

Bei strengen akustischen Versuchen, besonders solchen über die Merkmale der Tonempfindung, sind nur Beobachtungen an ganz reinen Tönen beweisend, weil anderenfalls stets die Möglichkeit und damit der Einwand vorliegt, daß die beobachtete Gehörserscheinung durch störende Obertöne entstanden ist.

III. Die Oktavenähnlichkeit.

Was unter Oktavenähnlichkeit von Tönen zu verstehen ist, wird am ehesten klar bei der vergleichenden Beobachtung von je zwei Tonreihen, von denen die erste nur Töne im Oktavenverhältnis enthält, während die zweite ein beliebig anderes Tonverhältnis befolgt (Quinte, Sext, Terz usw.).

Die Töne und Tonreihen werden in kurzen Abständen voneinander geboten, wobei die Vp darauf zu achten hat, welche von den zwei Tonfolgen mehr innere Verwandtschaft aufweist. Achtet man nur auf die Tonhöhe, so scheinen die Oktaventöne am meisten voneinander verschieden: gelingt es aber, hiervon abzusehen, so fällt eine gewisse Verwandtschaft gerade dieser Töne auf: die Oktavenähnlichkeit. Es handelt sich um die Ähnlichkeit, um derentwillen Töne verschiedener Höhe mit gleichem Namen bezeichnet werden können, z. B. als c, als d usw. Diese Ähnlichkeitsbeziehung hat Anlaß zur Aufstellung eines weiteren Merkmales der Tonempfindung gegeben: der Oktavenähnlichkeit. Um beweiskräftig zu sein, erfordert der Versuch reine Töne. Da sich solche aber nur unter erheblichen Schwierigkeiten herstellen lassen, besonders in der erforderlichen Zahl und Geschwindigkeit, so muß in den meisten Fällen eine gebräuchliche Tonquelle genügen, ein Klavier oder ein Tonmesser, welch letzterer aus einem System von Zungenpfeifen besteht, die durch einen Blasebalg in Tischform betätigt und durch verschiebbare Stempel ein- und ausgeschaltet werden können. Gegebenenfalls kommen Stimmgabeln oder der Stern'sche Tonvariator in Betracht.

IV. Vokalversuche.

Die in Vordruck 11 angegebenen Töne (die ganzen Vielfachen von 260 Schwingungen) werden in beliebiger Reihenfolge wiederholt dargeboten, und zwar in möglichstster Reinheit (Stimmgabeln oder eines der unter III. angegebenen Instrumente unter Verwendung von Interferenzröhren). Es ist zu beurteilen, welchem Vokal der betreffende Ton am ähnlichsten ist. Der gleiche Versuch wird gemacht mit Tönen, die zwischen den ersten liegen (Vordruck 11), somit mit Klängen, die sich aus je zweien der fünf ersten genannten zusammensetzen.

Vordruck 11.

| Schwin- gungszahl des Tones | 1 | | | Schwin- gungszahl des Tones | 2 | | | Ton- verbin- dungen | 3 | | |
|-----------------------------------|---------|---|---|-----------------------------------|---------|---|---|---------------------------|---------|---|---|
| | Urteile | | | | Urteile | | | | Urteile | | |
| | 1 | 2 | 3 | | 1 | 2 | 3 | | 1 | 2 | 3 |
| 258,7 (c ₁) | | | | | | | | | | | |
| 517,3 (c ₂) | | | | | | | | | | | |
| 1035 (c ₃) | | | | | | | | | | | |
| 2069 (c ₄) | | | | | | | | | | | |
| 4138 (c ₅) | | | | | | | | | | | |

Die Ergebnisse und die darin ausgedrückten Beziehungen sind einmal von Wichtigkeit für die Beurteilung des Vokalcharakters: sodann fragt es sich, inwieweit sie als Unterlage für ein primäres Merkmal der Tonempfindung in Betracht kommen.

V. Zerlegung von Klängen mittels des Resonators.

Der Resonator besteht aus einem Hohlkörper von zylindrischer oder kugelförmiger Gestalt mit zwei gegenüberliegenden Öffnungen: durch die eine, größere, dringt der Schall ein und geht durch den Ansatz der zweiten, der in das Ohr eingeführt werden kann, in den Gehörgang. Bei einem bestimmten Verhältnis von Schwingungszahl des

Tones und Rauminhalt des Resonators wird die Luft des letzteren in Mitschwingung versetzt und so der ursprüngliche Ton verstärkt. Je höher der Ton, desto kleiner der Rauminhalt des Resonators; um also eine Anzahl von Tönen untersuchen zu können, bedarf es eines Satzes von kugelförmigen Resonatoren, von denen jeder auf einen bestimmten Ton abgestimmt ist. Einfacher gestaltet sich die Handhabung zylindrischer Resonatoren, bei denen ein verstellbares Rohr die Veränderung des Volumens in weiten Grenzen gestattet. Eine Skala auf dem Rohr zeigt die Einstellung für jeden Ton an. Der Nachteil eines solchen Resonators gegenüber der Kugelform besteht in seiner geringeren Resonanzfähigkeit.

1. Man überzeugt sich zunächst von der Wirkung des Resonators, indem man eine Stimmgabel anschlägt und den zugehörigen Resonator annähert und entfernt.

2. Die künstliche Verstärkung von Tönen wird dazu benutzt, schwache, schwer zu beobachtende Töne deutlich zu machen, besonders um bei Tongemischen (Klängen) die einzelnen Teiltöne nachweisen zu können. Bei dem Klange einer Zungenpfeife von 100 Schwingungen z. B., der mit Hilfe eines Gebläses zu erzeugen ist, sollen die Obertöne nach Zahl und Stärke festgestellt werden. Dies geschieht in der Form, daß man entsprechend abgestimmte Resonatoren — für 200, 300, 400, 500 Schwingungen usw. — der Reihe nach in den Gehörgang einführt und jedesmal vermerkt, ob sich beim Klange etwas ändert d. h. ob ein Oberton verstärkt wird, und in welchem Maße dies der Fall ist. Man unterscheidet dabei: stark, mittel, schwach. Dieser Versuch zeigt die häufigste Verwendung des Resonators.



Abb. 26.



Abb. 27.

3. Man stellt mittels Stimmgabeln einen Zwei-, Drei- oder Vierklang her und verstärkt der Reihe nach je einen Ton, um ihn so deutlich herauszuhören. Es genügt in diesem Falle, den Resonator mit der weiten Öffnung in die Schwingungsrichtung nahe bei der Gabel zu halten; benutzt man dagegen Tonquellen, die eine solche Annäherung nicht gestatten, so muß der Resonator in das Ohr eingeführt werden. Bei dem Versuch ist das unwissentliche Verfahren angebracht, die V_p soll Zahl und Art der gebotenen Töne lediglich mit Hilfe des Resonators herausfinden. Dem Unmusikalischen unterstützt und ersetzt der Resonator die Fähigkeit, einzelne Töne aus einem Gemisch herauszuhören, was dem Musikalischen ohne weiteres gelingt. — Auch die Geräusche lassen sich mit dieser Methode untersuchen. Der Resonator wird ferner verwandt zum Nachweis des Summationstones und des Differenztones bei Zweiklängen. Wie der Name besagt, ist ihre Schwingungszahl gleich der Summe bzw. der Differenz der Ausgangstöne.

VI. Die Unterschiedsempfindlichkeit bei Tönen.

Im Bereiche der musikalischen Töne und darüber hinaus zeigt die Unterschiedsempfindlichkeit für die Tonhöhe ein von den sonstigen Erfahrungen abweichendes Verhalten (s. das Weber'sche Gesetz). Um diese

Tatsache festzustellen, wird die Unterschiedsschwelle für je einen hohen und einen tiefen Ton bestimmt.

Zur Herstellung der Töne und Tonunterschiede werden in beiden Fällen zwei gleiche Stimmgabeln mit Laufgewichten auf Resonanzkästen benutzt. Je eine muß mit Millimetereinteilung versehen sein. Man wählt am besten Töne von 100 Schwingungen und einem Vielfachen davon (6 bis 700). In beiden Fällen — die entweder nacheinander von einer Gruppe oder gleichzeitig von zwei verschiedenen Gruppen untersucht werden — wird verfahren, wie folgt: Die Laufgewichte sind bei Beginn der Versuche so zu stellen, daß die Töne genau gleich viele Schwingungen haben, also beim Zusammenklang keine Schwebungen ergeben. Dann werden bei der zu verändernden Stimmgabel die Gewichte um 0,5 mm hinaufzu verschoben und die beiden Töne von neuem verglichen. Der V1 hat darauf zu achten.

Vordruck 12.

| Verstellung der Laufgewichte in: | Erster Ton | | | | Zweiter Ton | | | |
|-------------------------------------|------------------------------|---|---|---|------------------------------|---|---|---|
| | Schwingungszahl: Urteile: | | | | Schwingungszahl: Urteile: | | | |
| mm: | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| + 3,0 | | | | | | | | |
| + 2,5 | | | | | | | | |
| + 2,0 | | | | | | | | |
| + 1,5 | | | | | | | | |
| + 1,0 | | | | | | | | |
| + 0,5 | | | | | | | | |
| 0 | | | | | | | | |
| — 0,5 | | | | | | | | |
| — 1,0 | | | | | | | | |
| — 1,5 | | | | | | | | |
| — 2,0 | | | | | | | | |
| — 2,5 | | | | | | | | |
| — 3,0 | | | | | | | | |

daß beide Stimmgabeln gleichmäßig angeschlagen werden, so daß der Ton bei beiden gleich stark ist und gleich lange dauert. Bei der Darbietung der Reize wird der konstante Ton immer an erster Stelle gegeben. Die Laufgewichte werden so oft um denselben Betrag verstellt und die Stimmgabeln jedesmal von neuem beurteilt, bis ein Unterschied in der Tonhöhe deutlich herausgehört wird. Darauf wird der Reiz in der umgekehrten Richtung verändert d. h. bis beide Töne wieder gleich sind und auch das Urteil dahin geht. Bei dieser Beobachtungsreihe kann der veränderliche Reiz vorangehen. Sind die Ergebnisse nicht klar und übereinstimmend, so ist der Gang der Versuche entsprechend zu wiederholen (Vordruck 12). In gleicher Weise ist zu verfahren bei Feststellung der oberen Unterschiedsschwelle, nur daß diesmal die Laufgewichte zur Erhöhung des Tones

nach unten verschoben werden. Die Ausfüllung des Vordruckes ergibt die Einstellung der Laufgewichte, bei der die Töne in 50% der Urteile für gleich und in 50% für verschieden gehalten worden sind, oder eine scharfe Grenze zwischen Gleich- und Verschiedenheit. Die Bestimmung des Unterschiedes der Töne, ausgedrückt in Wellenlängen, erfolgt durch Auszählung der Schwebungen für die Zeiteinheit. Mit Hilfe der Stoppuhr wird festgestellt, wieviel Schwebungen auf 20 oder 30 Sekunden kommen. Die Zahl der Schwebungen in der Sekunde ist gleich der Anzahl von Schwingungen, um die sich die Stimmgabeln unterscheiden.

[Vgl. § 2 III und VI, § 6 VIII, § 9 II und III.]

VII. Ton- und Geräuschempfindung.

Die Geräuschempfindungen stehen nicht in einem unbedingten Gegensatz zu den Tonempfindungen. Das beweist die Tatsache, daß ein und dieselbe Gehörsempfindung das eine Mal als Geräusch, das andere Mal vorzugsweise nach ihrem Toncharakter aufgefaßt werden kann: Wirft man ein Holzstäbchen auf den Tisch, so wird im allgemeinen ein Geräusch gehört; wirft man es dagegen nacheinander mit anderen Stäbchen von verschiedener Länge und Dicke, die sämtlich mit dem ersten auf eine Tonleiter abgestimmt sind, in der richtigen Reihenfolge, so erfolgt die Einordnung der Empfindung in die Tonskala. Das Geräusch besitzt also eine bestimmte Tonhöhe.

VIII. Die Einwirkung von Gehörreizen aufeinander: Verschmelzung (Konsonanz und Dissonanz).

Zur gleichzeitigen Darbietung zweier oder mehrerer Töne benutzt man Stimmgabeln oder einen Tonmesser; am besten eignet sich ein Reisetonometer (Abb. 28), das mit dem Mund angeblasen werden kann und infolge seiner Handlichkeit leicht zu bedienen ist: es besteht aus einem Windkästchen *W* und drei kontinuierlichen Stimpfpfeifen *A*, *B*, *C*, die nach Belieben einzeln oder gleichzeitig verwendet werden können. Die Tonhöhe ist allmählich in Übergängen veränderlich und jeweils an einer Skala abzulesen. An der mittleren Stimpfpfeife ist eine feinere Gradeinteilung angebracht. Diese Pfeife dient als Tonmesser: Die Skala ist geeicht; einem Skalenteil entspricht im tiefsten Tonbereich ein Unterschied von 1,5 Doppelschwingungen, im höchsten Tonbereich ein solcher von 3 Doppelschwingungen. Hieraus ergibt sich ein Unterschied von $\frac{1}{13}$ des temperierten Halbtones für einen Skalengrad und, da halbe Grade noch sicher abgelesen werden können, eine Meßgenauigkeit von annähernd $\frac{1}{26}$ des temperierten Halb-

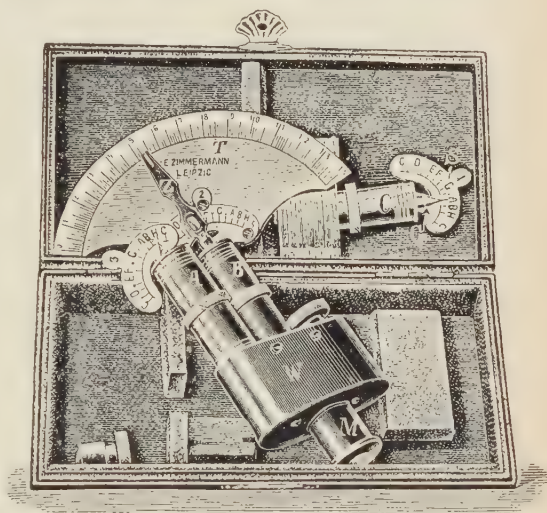
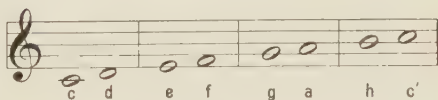


Abb. 28.



tones. Hieraus ergibt sich ein Unterschied von $\frac{1}{13}$ des temperierten Halbtones für einen Skalengrad und, da halbe Grade noch sicher abgelesen werden können, eine Meßgenauigkeit von annähernd $\frac{1}{26}$ des temperierten Halb-

tones (Pfeifenumfang = 345—690 Doppelschwingungen). Die Angabe „temperiert“ besagt, daß der betreffende Ton der zwölfstufigen Tonleiter angehört.

Zunächst gibt man Zweiklänge, deren Schwingungszahlen in dem Verhältnis stehen, das aus Vordruck 13 ersichtlich ist. Der Ausgangston ist von dem zur Verfügung stehenden Instrument abhängig (beim Reisetonometer 345 Schwingungen, siehe die eingeklammerten Zahlen des Vordrucks). Der zugehörige zweite Ton ist jeweils nach dem angegebenen Verhältnis zu berechnen. Jedesmal ist auf den betreffenden Verschmelzungsgrad der Töne zu achten. Dabei ergeben sich die Erscheinungen der Konsonanz (des Zusammenklängens) und der Dissonanz (des Auseinanderklängens). Man stellt ferner ein und dasselbe Intervall, z. B. die große Terz, bei Tönen von verschiedener Schwingungszahl her, um zu sehen, ob letztere von Einfluß auf den Verschmelzungsgrad ist. — Wenn die Apparate es erlauben, verfolgt man die Verhältnisse an den Tönen der eingestrichenen Oktave $c-c'$ mit dem Kammerton a von 435 Doppelschwingungen.

Alsdann werden der Reihe nach die verschiedenen Zweiklänge zu Dreiklängen (mehrtönigen Zusammenklängen, Akkorden) verbunden und

Vordruck 13.

| Verhältnis der Schwingungszahlen | Musikalische Benennung des Zweiklänges (des Intervalles) | Zweiklänge der eingestrichenen Oktave | Zugehörige Schwingungszahlen | Angaben über den Verschmelzungsgrad (Kon- und Dissonanz) |
|----------------------------------|--|---------------------------------------|------------------------------|--|
| 1 : 1 | Prim | $c' : c'$ | 261 : 261 (345 : 345) | |
| 8 : 9 | Sekunde | $c' : d'$ | 261 : 294 (345 : 387) | |
| 5 : 6 | kleine Terz | $c' : es'$ | 261 : 313 (345 : 414) | |
| 4 : 5 | große Terz | $c' : e'$ | 261 : 328 (345 : 435) | |
| 3 : 4 | Quart | $c' : f'$ | 261 : 348 (345 : 460) | |
| 2 : 3 | Quinte | $c' : g'$ | 261 : 392 (345 : 517) | |
| 3 : 5 | große Sext | $c' : a'$ | 261 : 435 (345 : 580) | |
| 4 : 7 | Septime | $c' : h'$ | 261 : 457 (345 : 651) | |
| 1 : 2 | Oktave | $c' : c'$ | 261 : 522 (345 : 690) | |
| 4 : 9 | None | $c' : d''$ | 261 : 587 | |
| 2 : 5 | Dezime | $c' : e''$ | 261 : 653 | |
| 1 : 3 | Duodezime | $c' : g''$ | 261 : 693 | |

die konsonant klingenden ermittelt. Es sind der Dur-Dreiklang und der Molldreiklang als Grundakkorde nebst ihren Umkehrungen: beide machen die Grundlage der gesamten musikalischen Harmonik aus. Umkehrung eines Intervalles nennt man dasjenige Intervall, das das gegebene zur Oktav ergänzt, z. B.: gegeben ist die große Terz $c\ e$, die Umkehrung ist dann die kleine Sext $e\ c$.

[Vgl. hierzu § 4 III und VIII sowie § 6 II.]

- W. Trendelenburg, Gehörsinn. Handwörterb. d. Naturw. Jena 1913.
 G. Révész, Tonpsychologie. Leipzig 1913.
 C. Stumpf, Tonpsychologie. 2 Bde. Leipzig 1883 und 1890.
 Die bedeutendste Monographie auf diesem Gebiete.
 C. Stumpf, Beiträge zur Akustik und Musikwissenschaft.
 Die Beiträge bilden eine Fortführung der Tonpsychologie. Besonders bemerkenswert sind die Abhandlungen über Konsonanz und Dissonanz.
 H. v. Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen. 5. Ausgabe. Braunschweig 1896.
 Klassische, heute noch maßgebende Monographie.
 F. Auerbach, Akustik. Winkelmann's Handb. d. Physik. Bd. 2. Leipzig 1909.
 Berücksichtigt auch eingehend die subjektive Seite der Akustik.
 Handb. d. normal. u. pathol. Physiol. Bd. 11. Berlin 1926.
 E. Waetzmann, Die Resonanztheorie des Hörens. Braunschweig 1912.
 Eine wertvolle Sonderdarstellung.
 C. Stumpf, Über neuere Untersuchungen zur Tonlehre. Bericht üb. d. VI. Kongr. f. exp. Psychologie 1914. Leipzig.
 Dieser Bericht gewährt einen vorzüglichen Überblick über die Frage nach den Merkmalen der Tonempfindung. Alle neueren Veröffentlichungen sind angeführt.
 W. Köhler, Akustische Untersuchungen. Zeitschr. f. Psychologie, Bd. 54, 58, und 64, 1910—1913.
 Die Versuche im Text über den Vokalcharakter gehen auf diese Arbeit zurück.
 E. R. Jaensch, Die Natur der menschlichen Sprachlaute. Zeitschr. f. Sinnesphysiologie, Bd. 47, 1913.
 Vertritt den Geräuscharakter der Vokale.
 C. Stumpf, Die Struktur der Vokale. Sitzungsbericht d. preuß. Akad. d. Wissensch., 1918.
 Eine abschließende Untersuchung.
 E. Schmitz, Harmonielehre als Theorie, Ästhetik und Geschichte der musikalischen Harmonik. Kempten und München 1917.
 Eine kurzgefaßte, sehr lehrreiche Darstellung.
 K. Huber, Der Ausdruck musikalischer Elementarmotive. Leipzig 1923.
 Experimentelle Grundlegung der Psychologie des musikalischen Ausdrucks.
 W. Straub, Tonqualitäten und Tonhöhe. Arch. f. d. ges. Psychol., Bd. 69, 1929.
 Wichtig für die Frage der Unterschiedsempfindlichkeit.

§ 6. Lichtempfindungen.

I. Allgemeines.

1. Das System der Lichtempfindungen.

Die Lichtempfindungen gliedern sich in zwei Gruppen: in farblose und farbige Eindrücke. Die ersteren umfassen Weiß, Schwarz und alle Abstufungen des Grau und lassen sich nach ihren Ähnlichkeitsbeziehungen symbolisch durch eine gerade Linie darstellen (Abb. 29a): An dem einen Ende liegt das Weiß, das allmählich in ein immer tieferes Grau übergeht, um in Schwarz auszulaufen. — Die Ordnung der Farben führt zu einem anderen System. Geht man vom Dunkelrot aus und verfährt nach demselben Prinzip, zu einer bestimmten Qualität die ähnlichste zu suchen,

so kommt man zunächst in das Hellrot (Zinnober), dann ins Orange, von da zum Rotgelb und dann in das reine Gelb, das schließlich von Gelbgrün in Grün übergeht. Mit dem Grün ist ein äußerster Unterschied zum Rot gegeben; denn geht das Grün in den ihm ähnlichsten Ton, also in Blaugrün, dann in Blau über, so bedeutet dies eine Annäherung an Rot, während andererseits ein Gegensatz zum Gelb entsteht. Über die Violett- und Purpurtöne erfolgt danach der Übergang zu dem Ausgangsrot: Das System der Farben wird durch eine in sich geschlossene Linie dargestellt, von viereckiger Gestalt, um die beiden größten qualitativen Unterschiede — Rot und Grün, Gelb und Blau — anzudeuten: Abb. 29b. Die Abstumpfung der Ecken drückt aus, daß die in der Er-

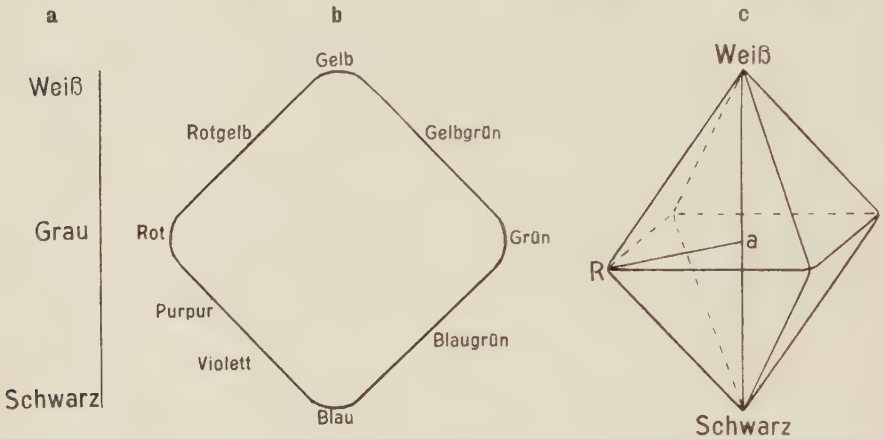


Abb. 29.

fahrung gegebenen Farbentöne niemals die unbedingte Reinheit besitzen, wie sie theoretisch angenommen wird. Die vier Qualitäten Rot, Grün, Gelb und Blau nebst Schwarz und Weiß werden auch als Grundqualitäten bezeichnet, insofern alle übrigen Lichteindrücke sich als Arten oder als Mischeindrücke davon auffassen lassen. — Es fragt sich, in welchen Beziehungen die beiden Systeme der Lichtempfindung zueinander stehen. Eine Verbindung zwischen ihnen ist durch den intensiven Charakter der Farben gegeben. Jede besitzt eine bestimmte Helligkeit, die bei fortgesetzter Steigerung in Weiß und umgekehrt bei ständiger Abnahme in Schwarz übergeht. Damit ist gesagt, daß sich nur in einem mittleren Helligkeitsbereich die farbigen Merkmale der Lichtempfindungen geltend machen. Alle diese Tatsachen lassen sich symbolisch dadurch ausdrücken, daß man die Helligkeitslinie als Senkrechte durch die Mitte des Farbenvierecks gehen läßt, so daß unten Schwarz und oben Weiß zu liegen kommt (Abb. 29c). Durch die Verbindungslinien zwischen den beiden Enden und den Vierecken entsteht ein dreidimensionales Gebilde, das sog. Farbenoktaeder. Auf den Außenflächen sind die Farbenqualitäten zu denken in der größten Sättigung, die bei der jeweiligen Helligkeits-

stufe möglich ist. Bei einer mittleren Intensität ist die Sättigung maximal. Geht man von einem Punkte der Außenfläche senkrecht auf die Schwarz-Weißachse zu, z. B. auf der Linie *Ra*, also in einer Ebene gleicher Helligkeit, so gelangt man von einem satten Rot, dem kein Weiß oder Schwarz beigemischt erscheint, zu einem Grau gleicher Helligkeit; und zwar über Stufen milderer Sättigung, bei denen der Abnahme des Roteindrucks eine Zunahme des Weißlichkeits- oder Schwärzlichkeitscharakters entspricht. Die Sättigung kommt als drittes Merkmal der Farbenempfindung zu der Qualität und Intensität hinzu, während die Helligkeitsreihe nur ein einziges Bestimmungsstück, die Intensität, aufweist. — Das System der Lichtempfindungen, wie es durch das Farbenoktaeder dargestellt wird, gilt nicht uneingeschränkt für jeden beliebigen Farbeindruck, sondern nur für die Empfindungen im strengen Sinne des Wortes bzw. für die der Empfindung am nächsten stehende Lichtwahrnehmung (vgl. § 7 über die Erscheinungsweisen der Farben). Es schließt ferner eine Reihe umstrittener Punkte in sich, die hauptsächlich die Auffassung der Helligkeit bzw. Intensität und die der Sättigung betreffen; dazu die Frage einer besonderen Qualität auch bei der Schwarz-Weißreihe. Schließlich ist der Charakter des Grün als einer Grundempfindung in Frage gestellt worden.

2. Von den Farbentheorien.

Eine Theorie der Lichtempfindung hat vor allem zu erklären, inwiefern der nervöse Apparat des Auges imstande ist, die Mannigfaltigkeit von Qualitäten zu vermitteln. Die Theorie von Young-Helmholtz (Dreifarbentheorie) nimmt im Anschluß an das Gesetz von den spezifischen Sinnesenergien drei verschiedene nervöse Elemente an, von denen jedes nur einer einzigen Erregungs- bzw. Empfindungsart fähig ist: des Rot, des Grün und des Violett bzw. Blau. Daraus ergibt sich als weitere Annahme, daß die Entstehung der übrigen Qualitäten nur als ein Zusammenwirken, eine Mischung der drei Grundkomponenten aufgefaßt werden kann. Diese ist folgendermaßen zu denken: Wenn das Licht die Netzhaut trifft, so werden jedesmal alle drei Komponenten erregt, aber in einem verschiedenen Maße, das von der physikalischen Beschaffenheit des Reizes abhängt. Die schematischen

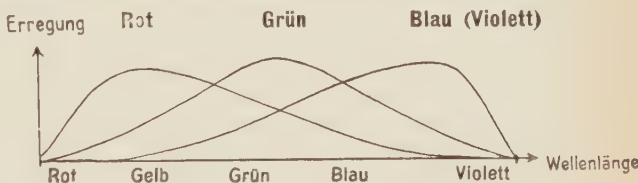


Abb. 30.

Erregungskurven der Abb. 30 veranschaulichen diese Verhältnisse: Die verschiedenen Lichtarten von Rot bis zum Violett werden in ihrer spektralen Anordnung durch die Abszisse dargestellt; darüber befinden sich als Ordinaten die zugehörigen Erregungsstärken der Rot-, Grün- und Blaukomponente. Der subjektive Erfolg, d. h. die bei der jeweiligen Erregungsverteilung sich ergebende Empfindungsqualität bestimmt sich durch die Annahme, daß die drei physiologischen Komponenten sich genau verhalten wie die entsprechenden

physikalischen Reize bei Lichtmischungen. Damit ist zugleich die ausschlaggebende Stellung gekennzeichnet, die nach dieser Theorie den Gesetzen der Lichtmischung zukommt (vgl. die betreffenden Versuche). Der Zusammenhang zwischen Erregung der Komponenten und farbiger Empfindung im einzelnen ist aus dem Schema der Kurven zu entnehmen. Die Weiß- und Grauempfindungen sind an die gleichmäßige Erregung aller drei Komponenten geknüpft, während ungleichmäßige Erregung Farbeempfindungen zur Folge hat. Schwarz bedeutet den Mangel jeder Erregung. — Die Duplizitätstheorie (v. Kries) ergänzt diese Anschauungen, indem sie ihren Geltungsbereich auf das Sehen in großer Helligkeit einschränkt. (Tagesssehen, Sehen mit Zapfen der Retina.) Für das Dämmerungssehen kommen lediglich die Stäbchen in Betracht, die nur Schwarz-Weißempfindungen vermitteln. — Die Vierfarbentheorie oder Theorie der Gegenfarben (Hering) nimmt drei Sehsubstanzen an: die Weiß-Schwarz-, die Rot-Grün- und die Gelb-Blausubstanz. Alle drei sind in einem fortwährenden Abbau (Dissimilierung) und Aufbau (Assimilierung) begriffen. Jedem dieser Vorgänge entspricht in jeder Substanz eine bestimmte Empfindung: der Dissimilierung Rot, Gelb und Weiß, der Assimilierung die übrigen drei Qualitäten. Welcher von den beiden mög-

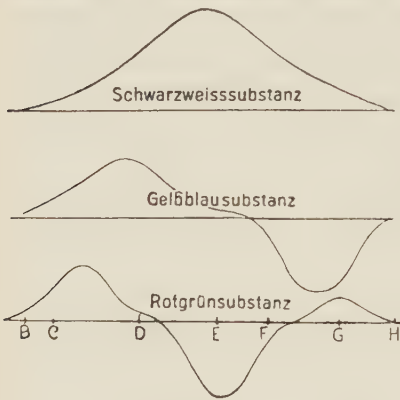


Abb. 31.

lichen Eindrücken bei einer Substanz zustande kommt, hängt von dem Überwiegen des betreffenden Prozesses ab. Den Zusammenhang dieser Stoffwechselvorgänge mit den Reizen hat man sich so zu denken, daß jede Lichtart auf die Schwarz-Weißsubstanz zersetzend wirkt, während die Assimilation hier nur bei Lichtabschluß überwiegt: vgl. die Kurve 1 von Abb. 31. Kurve 2 und 3 zeigen die Wirkung der verschiedenen Wellenlängen auf die Gelb-Blau und die Rot-Grünsubstanz. Die Buchstaben B, C...H bedeuten die betreffenden Spektrallinien. Reine Helligkeitsempfindungen kommen nach dieser Anschauung zustande, wenn in den Farbensubstanzen der Abbau gleich dem Aufbau ist: In diesem Falle bestimmt das Geschehen in der Schwarz-Weißsubstanz allein die Empfindung. Auch hier wird also — entsprechend der Helmholtz'schen Theorie — eine Gleichmäßigkeit von Vorgängen zur Erklärung der Schwarz-Weißempfindungen angenommen.

II. Lichtmischungen.

Zur Herstellung von Lichtmischungen bedient man sich eines Farbenkreisels: sein Hauptbestandteil ist eine schnell rotierende Achse, deren eines Ende eine Schraubenvorrichtung zur Befestigung von kreisförmigen Papierscheiben besitzt. Die Umdrehung wird entweder mit der Hand besorgt unter Zuhilfenahme einer geeigneten Übersetzung, oder sie geschieht mittels eines Motors, der in Verbindung mit einem Gleitwiderstand die allmähliche Steigerung der Umdrehungszahl erlaubt. Die Scheiben sind radial ge-

schlitz, so daß zwei oder mehrere ineinander gesteckt werden können (Maxwell'sche Scheiben). Man erhält so einen Kreis mit verschiedenen Sektoren, deren Größe sich durch Verschiebung der Scheiben gegeneinander beliebig ändern läßt. Bei schneller Umdrehung verschmelzen verschiedenfarbige Felder zu einem einheitlichen Eindruck (vgl. § 6 VIII). Es ist darauf zu achten, daß sich der Schlitz bei den Scheiben stets mit der Windrichtung dreht, weil sie andernfalls zerreißen.

Für exakte Mischungsversuche bedarf es homogener Lichter, das sind Lichter, die nur eine einzige Wellenlänge besitzen. Ihre Verwendung setzt komplizierte Apparate voraus. Die Ergebnisse sind indessen im wesentlichen die gleichen wie bei Pigmentfarben, also wie bei unreinen Lichtern: Bei Lichtmischungen kommt es nicht auf die physikalische Beschaffenheit der Reize an, sondern lediglich auf das Aussehen der Lichter.

Es sind folgende Mischungen unter Abänderung der Mengenverhältnisse herzustellen:

1. Die paarweisen Kombinationen der verschiedenen im Spektrum enthaltenen Farben, mit Ausnahme von Gelb und Blau sowie Rot und Blaugrün. Das Ergebnis ist stets ein von den Ausgangsfarben mehr oder weniger abweichender, aber ihnen ähnlicher Farbenton: die Farben mischen sich. Durch passende Einstellung der Sektoren ist es in den meisten Fällen möglich, eine Farbe herzustellen, die genau einer der vorhandenen Farbenscheiben gleich ist. Man kann so optische Gleichungen herstellen, indem man das betreffende Mengenverhältnis in Graden (Winkelmaß) mißt. Die Anzahl der Grade wird für die beiden folgenden Gleichungen ausgefüllt:

$$\begin{array}{lcl} \text{Zinnober} & = & \text{Dunkelrot} + \text{Gelb} \\ \text{Blaugrün} & = & \text{Grün} + \text{Blau} \end{array}$$

Die Beziehung der entstehenden Farben zu ihren beiden Komponenten läßt sich mit Hilfe des Farbenvierecks durch eine einfache, leicht zu findende Regel bestimmen. Bemerkenswert ist das Mischungsergebnis von Rot und Blau bzw. Violett. Es besteht in einer Farbe, die im Spektrum nicht vorkommt, also durch homogenes Licht nicht erzeugt werden kann. Man überzeugt sich durch Versuche, daß ihr Verhalten bei Mischung von dem spektraler Farben nicht abweicht, sondern der oben angedeuteten Regel folgt.

2. Die Mischungen von einem bestimmten Hellgelb und Dunkelblau sowie von Rot und Blaugrün unterscheiden sich in ihrem Verhalten grundsätzlich von dem der vorangegangenen Zusammenstellungen. Bei einem gewissen, durch Versuche festzustellenden Mengenverhältnis erfolgt eine völlige gegenseitige Aufhebung zu Weiß bzw. Grau. Farbenpaare dieser Art nennt man sich ergänzende Farben (Komplementärfarben). Die betreffenden Mengenverhältnisse werden wieder gemessen:

$$\begin{array}{lcl} \text{Grau} & = & \text{Rot} + \text{Blaugrün} \\ \text{Grau} & = & \text{Gelb} + \text{Blau} \end{array}$$

Das Farbdreieck (Abb. 32) gibt eine vollständige Darstellung der Ergebnisse von Lichtmischungen. Entsprechend dem Farbenviereck sind auf den Dreiecksseiten die gesamten Farbentöne in spektraler Sättigung liegend zu denken. Im Innern des Dreieckes befinden sich die verschiedenen Sättigungsstufen, die schließlich in Weiß übergehen. Das

Mischungsergebnis zweier beliebiger Farbtöne liegt immer auf ihrer geradlinigen Verbindung; der Ort selbst bestimmt sich nach den Mengenverhältnissen: je mehr von einer Farbe genommen wird im Vergleich zur anderen, desto näher rückt der Mischungspunkt an sie heran, so daß sich Mengen und Abstände umgekehrt proportional verhalten. Mit Hilfe des Farbdreiecks läßt sich das Mischungsergebnis beliebig vieler Komponenten ermitteln, indem nacheinander je zwei und zwei vereinigt werden. Daraus erhellt zugleich die grundlegende Bedeutung der zweigliedrigen d.h. der einfachsten Mischungen innerhalb der möglichen Zusammenstellungen.

3. Man stellt weiter verschiedene Mischungen aus Rot, Grün und Blau, also aus drei Reizen her. Auch ihre Ergebnisse sind aus dem Farbdreieck durch aufeinanderfolgende Vereinigung je zweier Farben zu entnehmen.

Die Zusammenstellung von Rot, Grün und Blau spielt eine besondere Rolle bei den Mischungen, was auch durch die dreieckige Form der Farben-

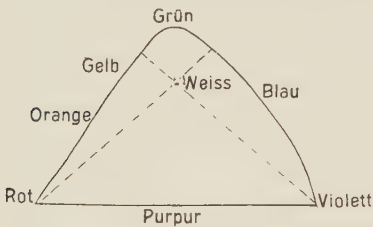


Abb. 32.

tafel zum Ausdruck kommt. Die oben festgestellte Tatsache, daß man einfache Farben durch Mischung anderer erhalten kann, zeigt, daß zur Herstellung der gesamten Mannigfaltigkeit der Lichtempfindungen nicht alle Reizarten (Wellenlängen) nötig sind. Daraus ergibt sich weiter die Frage nach der Anzahl und Art der hierzu erforderlichen Reize. Die Antwort läßt sich aus den Versuchen mit Rot, Grün und Blau ableiten.

4. Man mischt einzelne Farben mit Grau von verschiedener Helligkeit: es ergeben sich alle möglichen Sättigungsstufen der betreffenden Qualitäten. Bedenkt man, daß dabei auch verschiedene Intensitäten in Betracht kommen, so ist klar, daß sich auf diese Weise sämtliche Qualitäten mit den möglichen Sättigungs- und Intensitätsstufen verbinden, mit anderen Worten, daß die Gesamtheit der Empfindungszustände des Gesichtssinnes durch die Mischungen der Farben mit farblosem Licht hergestellt werden kann. Auf Grund dieser Einsicht ist es möglich, die Frage nach dem Aussehen beliebiger Lichtgemische — nicht bloß paarweiser oder dreigliedriger — im voraus und ohne weitere Versuche zu beantworten: Der subjektive Erfolg einer beliebigen Mischung muß gleich dem sein, den ein homogenes Licht (einschließlich des Purpurs), in bestimmtem Verhältnis mit farblosem Licht gemischt, ergibt (Gesetz von Grassmann). Der Zusammenhang zwischen diesem Satz und der Farbenscheibe wird ersichtlich, wenn man berücksichtigt, daß ein farbloses Licht mindestens zwei homogene Lichtreize voraussetzt: auch das Grassmann'sche Gesetz führt auf drei Ausgangsfarben zurück, wie sie dem Farbdreieck zugrunde liegen. Dies Gesetz und die Farbenscheibe bedeuten eine vollständige Darstellung der Gesetze der Lichtmischung: das erstere gibt das jeweilige Ergebnis im allgemeinen an, die letztere erlaubt, es im einzelnen zu bestimmen.

[Vgl. § 4 III und VIII, ferner § 5 VIII.]

III. Kontrastversuche.

1. Florkontrast.

Vier farbige Blätter (rot, gelb, grün, blau), dazu ein schwarzes und ein weißes werden nebst je einem Ring von dem gleichen Graupapier auf den Tisch gelegt: in der Form, wie es Abb. 33 zeigt. Breitet man über das Ganze ein Seidenpapier, so zeigen die Ringe sehr deutlich den simultanen Helligkeits- und Farbenkontrast, der auch vorher — wenngleich schwächer — auftritt.

2. Spiegelkontrast.

Auf den beiden weißen Innenseiten eines Winkels von Holz (Abb. 34a A, B, C) befindet sich in der Mitte je ein kleines schwarzes Viereck (Abb. 34b). Eine farbige Glasplatte D springt in geneigter Stellung aus dem Winkel vor: Blickt man senkrecht auf sie herunter, so sieht man zwei Quadrate, eines, das von der reflektierten Fläche herrührt und farbige, z. B. rot, erscheint

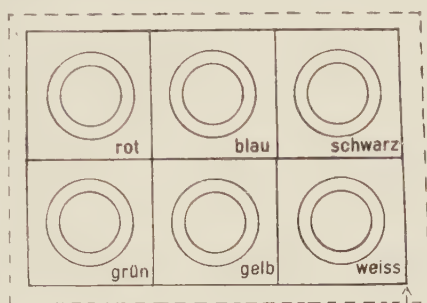


Abb. 33. Seidenpapier

Kontrast-
farbe von

Rot =

Gelb =

Grün =

Blau =

Weiß =

Schwarz =

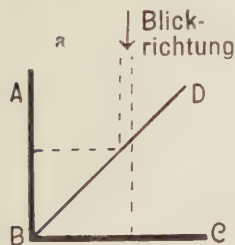


Abb. 34.

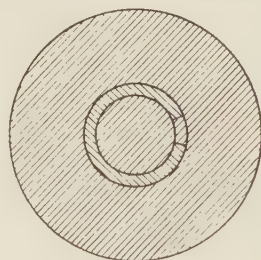
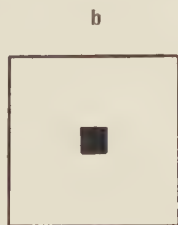


Abb. 35.

(infolge des beigemengten, durchscheinenden Lichtes); sodann ein zweites, das man durch die Glasscheibe hindurch sieht: es müßte an sich farblos erscheinen, da es von unten, d. h. von dem schwarzen Quadrat her kein Licht empfängt, das darauffallende reflektierte Licht aber weiß ist. Bei richtiger Beleuchtung, die durch geeignete Neigung der Glasplatte bzw. des ganzen Apparates hergestellt wird, sowie bei fortgesetzter Fixation des farbigen Quadrates erscheint das andere in der Kontrastfarbe, während das fixierte auffallend an Sättigung gewinnt. Das ursprüngliche Aussehen der Vierecke stellt man am besten mit Hilfe eines schwarzen Kartons fest, mit dem abwechselnd eine der beiden weißen Flächen abgedeckt wird; und zwar die untere am besten so, daß das schwarze Papier unmittelbar an die betreffende Seite des Glases angeedrückt wird.

[Vgl. § 4 VII.]

3. Quantitative Bestimmung der Kontrastfarbe.

Man kann den Kontrast quantitativ bestimmen auf Grund der Tatsache, daß zwei Komplementärfarben sich gegenseitig aufheben. Auf den Farbenkreisel wird eine rote Scheibe (20 cm Durchmesser) und eine kleine graue (8 cm Durchmesser), letztere mit veränderlichem Rotsektor, gebracht. Dazu kommt noch eine Rotscheibe von 6 cm Durchmesser, so daß sich die Zusammenstellung der Abb. 35 ergibt. Der Rotsektor im Ring wird anfangs gleich Null gemacht. Der graue Ring erscheint dann bei schneller Umdrehung grünlich, beeinflusst von der roten Umgebung. Der Kontrast ist nur deutlich, wenn das Auge nahe an die Scheibe herangebracht wird und die Beleuchtung nicht zu stark ist. Durch einen zu bestimmenden Rotzusatz erhält der Ring sein ursprüngliches Aussehen wieder. Man überzeugt sich ferner, inwieweit er für sich allein, d. h. ohne Kontrasteinflüsse der Umgebung das Grau zu Rot verfärbt. Für den betreffenden Rotton wird das komplementäre Blaugrün gesucht. Es fragt sich, ob es mit dem induzierten Grün übereinstimmt oder nicht.

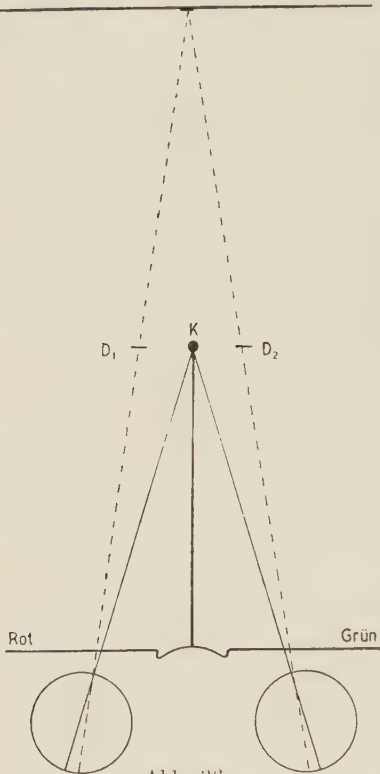


Abb. 36.

Man prüfe die theoretische Bedeutung dieser Versuche im Hinblick auf die physiologische Erklärung des Kontrastes: vgl. den folgenden Versuch.

4. Widerlegung der psychologischen Kontrasttheorie.

Nach der Auffassung von Helmholtz ist der Kontrast eine Urteils-täuschung auf Grund der wahrgenommenen Empfindungen. (Psychologische Theorie.) Folgender Versuch widerlegt diese Anschauung: Der Beobachter betrachtet einen senkrechten schwarzen Streifen auf weißem Grunde durch eine Brille mit einem roten und einem grünen Glas. Gleichzeitig fixiert er den Knopf K (Abb. 36) an der Brille und sieht infolgedessen den Streifen doppelt. Bei passender Beleuchtung, die nicht zu hell sein darf und durch entsprechende Neigung des Kartons geregelt wird, erscheinen die Doppelbilder in den Kontrastfarben: das mit dem grünen Glas gesehene rot, das andere grün. Der Hintergrund bleibt annähernd weiß oder erscheint infolge des Wettstreites von Rot und Grün nur in einer der beiden Farben. Nach der psychologischen Kontrasttheorie müßten die Doppelbilder schwarz oder gleichmäßig in derselben Kontrastfarbe erscheinen, je nach dem Wettstreit.

Die Vierfarbentheorie nimmt zur Erklärung des Simultankontrastes an, daß eine starke Assimilation bzw. Dissimilation an irgendeiner Stelle der Retina den entgegengesetzten Prozeß in den benachbarten Teilen hervorruft aus Gründen des Stoffwechselgleichgewichtes: Physiologische Theorie.

[Vgl. die Deutungen des Weber'schen Gesetzes § 2 I.]

IV. Nachbilder.

1. Beobachtung des primären positiven Nachbildes; Bestimmung seiner Dauer:

Mit dem Lichtreize erlischt die Empfindung nicht sofort, sondern sie dauert noch eine kurze Zeit an. Von dieser Tatsache kann man sich überzeugen durch Beobachtung eines wandernden, leuchtenden Punktes (z. B. eines Osramlämpchens, das mit der Hand hin und her bewegt wird): statt eines Punktes erblickt man einen mehr oder weniger langen, leuchtenden Streifen, der aus der Nachdauer der Netzhauterregung zu erklären ist.

Zur Messung der Dauer des Nachbildes dient folgende Anordnung im Dunkelzimmer: Am Rande einer starken, drehbaren Scheibe von etwa 50 cm Durchmesser wird ein Osramlämpchen von 2—4 Volt angebracht. Die Stromzuführung geht durch die Achse der Scheibe oder kann so bewerkstelligt werden, daß eine kleine Batterie in der Scheibenmitte befestigt wird, von der aus die Drähte radialwärts führen. Die Scheibe wird durch einen Motor getrieben, dessen Geschwindigkeit sich innerhalb weiter Grenzen verändern läßt (Gleitwiderstand usw.). Ist die Umdrehungsgeschwindigkeit anfangs gering, so ist auch der Nachbildstreifen kurz; die Umdrehungsgeschwindigkeit wird allmählich so weit heraufgesetzt, daß der Nachbildstreifen gerade die Größe des Kreises annimmt. Alsdann ist die Dauer des Nachbildes gleich der Dauer einer Umdrehung, welche letztere mit Hilfe der Stoppuhr zu bestimmen ist. Dieses Nachbild heißt zum Unterschiede von den folgenden das primäre und zugleich das positive, weil es dieselbe Qualität hat wie die ursprüngliche Empfindung.

Mit Hilfe passender Widerstände oder vorgesetzter Mattglasscheiben läßt sich die Lichtstärke des Osramlämpchens in verschiedenem Maße herabsetzen und so die Frage untersuchen, ob die Dauer des Nachbildes von der Reizstärke beeinflusst wird.

2. Das negative Nachbild.

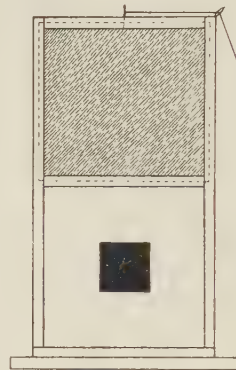
Auf das primäre Nachbild folgt nach einer dunklen Pause ein zweites Nachbild, das im Gegensatz zum ersten negativ ist, d. h. in der Komplementärfarbe zu der Ausgangsempfindung erscheint. Zu seiner Beobachtung bedient man sich eines Nachbildapparates. Er besteht in seiner einfachsten Form aus einem Gestell, in dem sich unten weiße Pappscheiben mit farbigen Quadraten in der Mitte befinden, während im oberen Teil ein grauer Karton an einer Schnur in der Schwebe gehalten wird. Das betreffende Quadrat wird etwa 30 Sekunden fixiert und dann plötzlich durch den herabfallenden grauen Karton verdeckt. Auf ihm erscheint das Nachbild, unveränderte Blickrichtung vorausgesetzt. Gegebenenfalls genügt für den Versuch auch ein farbiges Papier, das auf grauen Untergrund gelegt und nach der gehörigen Zeit wieder weggenommen wird.

Mit Hilfe der Abb. 37 läßt sich bereits ein Versuch anstellen, wenn das schwarze Quadrat entsprechend lang fixiert und darauf der Blick gegen die Decke gerichtet wird.

Die jeweiligen Nachbilder, die auch bei geschlossenen und verdeckten Augen verfolgt werden können, sind unter genauer Kennzeichnung des Farbtones wie auch desjenigen der erregenden Empfindung anzugeben für verschiedene Töne von

Zur Theorie: Nach der Dreifarbentheorie erschöpft sich innerhalb einer gewissen Zeit die am meisten gereizte Komponente, so daß nur die Erregungen der beiden anderen übrig bleiben. Sie ergeben dann die Komplementärfarbe zur ursprünglichen. Die Vierfarbentheorie erklärt, daß nach ausgiebiger Assimilation (oder Dissimilation) einer Sehsubstanz auf Grund des Stoffwechselgleichgewichtes der entgegengesetzte Prozeß überwiegt. — Von den Nachbildern jeder Art wohl zu unterscheiden sind die sog. eidechtischen Erscheinungen (s. § 11).

[Vgl. § 3 VIII]



Rot:
Gelb:
Grün:
Blau:
Schwarz:
und
Weiß:

Abb. 37.

V. Das periphere Farbensehen.

Die Untersuchung des nichtzentralen Farbensehens geschieht in der Weise, daß kleine, farbige Scheibchen (0,5—1 cm Durchmesser) von der

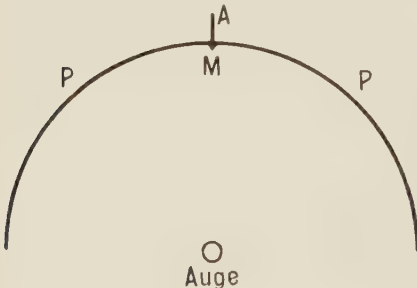


Abb. 38.

Peripherie her langsam, unter ständigem, schnellem Auf- und Niederbewegen, durch das Gesichtsfeld nach dem Fixationspunkt hin in gerader Linie geführt werden, wobei das Aussehen, unter dem das Scheibchen jeweils erscheint, beobachtet und der zugehörige Ortswert (Gesichtswinkel) aufgezeichnet wird.

Derartige Versuche können an jedem farblosen Hintergrund (einer schwarzen Tafel) angestellt werden. Das farbige Scheibchen wird dann, ohne daß es die Vp vorher ge-

sehen hat, am Ende eines etwa 50 cm langen schwarzen Stäbchens befestigt und am besten in wagerechter oder senkrechter Richtung durch das Gesichtsfeld bewegt. Die Benutzung des Stäbchens ist notwendig, um störende Einflüsse, wie den Anblick der hellen Handfläche, zu vermeiden. — Für genauere Untersuchungen wird ein sog. Perimeter verwandt. Sein Hauptbestandteil ist das aus Metall hergestellte Stück eines Kreisbogens von 90 oder 180° Länge, das mit Gradeinteilung versehen ist; in den Mittelpunkt dieses Kreises wird mittels eines Kopfhalters das eine Auge verlegt (unter Abdeckung des anderen). Der Perimeterbogen ist drehbar an einer Achse A befestigt, die in der geradeaus gerichteten Blicklinie liegt, so daß bei seiner Umdrehung eine Halb-

kugel umschrieben wird, die das ganze Gesichtsfeld umfaßt. Die verschiedenen Stellungen des Bogens — vertikale, horizontale usw. — sind ebenfalls an einer Gradeinteilung, die an der Achse angebracht ist, abzulesen. Das Perimeter hat vor allem den Vorzug, daß der jeweilige Gesichtswinkel, unter dem ein Gegenstand indirekt gesehen wird, unmittelbar festgestellt werden kann, während er andernfalls mittels der Tangentialfunktion berechnet werden muß.

Geprüft werden die vier Hauptfarben Rot, Gelb, Grün und Blau. Für jede einzelne Farbe ist festzustellen:

1. Aussehen und Gesichtswinkel, unter dem sie zuerst erscheint.
2. etwaige Änderungen des Ersteren nebst Bereich und
3. die Stelle, bei der die Farbe ihr normales d. h. dem zentralen Sehen entsprechendes Aussehen gewinnt.

Durch eine Stichprobe mit einer Farbe überzeugt man sich, ob die Grenzen des peripheren Farbensehens absolut oder relativ sind d. h. ob und inwieweit sie von der Ausdehnung des Reizes und seiner Intensität abhängen. Letztere kann mittels eines Reflektors abgeändert werden. Die Frage nach der Ausdehnung bietet Gelegenheit zu einer systematischen Untersuchung.

Vordruck 14.

| Wagerechte Bewegungsrichtung (von der Schläfe nach dem Sehzentrum). | | | | | |
|---|-------------------|-----|---------------------------------|---------|----------------------------------|
| Farbe | 1. | | 2. | | 3. |
| | Erste Wahrnehmung | | Etwaige Änderungen in derselben | | |
| | Aussehen | Ort | Art | Bereich | Beginn des normalen Farbensehens |
| Rot | | | | | |
| Gelb | | | | | |
| Grün | | | | | |
| Blau | | | | | |

Zur Theorie: Die Farbenblindheit der Netzhautperipherie erklärt die Duplizitätstheorie aus dem Mangel an farbentüchtigen Elementen, d. h. an Zapfen; die zwischen Peripherie und Sehzentrum zu beobachtenden Erscheinungsweisen der Farben sind nach der Dreifarbentheorie durch den Ausfall einer Komponente bedingt (Rot oder Grün). Die Theorie der Gegenfarben betrachtet die Tatsache des peripheren Farbensehens ebenfalls als eine Ausfallerscheinung, die sich entweder auf die Rot-Grünsubstanz allein oder auf die beiden Farbensubstanzen zusammen bezieht.

VI. Die Farbenblindheit und ihr Nachweis.

Den Erscheinungen des peripheren Farbensehens verwandt sind die Tatsachen der Farbenblindheit. Man unterscheidet die vollständige und die teilweisen, je nachdem die Unterscheidung von allen Farben oder nur von bestimmten Paaren (meist Rot und Grün, seltener Gelb und Blau) fehlt. Die Rot-Grünblindheit kommt am häufigsten vor, bei etwa 3 % aller männlichen Personen, auch in Form einer bloßen Anomalie, d. h. eines verminderten Unterscheidungsvermögens. Ihre Feststellung geschieht mit Hilfe bestimmter Rot- und Grüntöne, die von dem Farbenblinden nicht unterschieden werden können. Auf diesem Prinzip beruht auch das von

Nagel angegebene Verfahren zur Untersuchung des Farbenunterscheidungsvermögens, das zwar nicht allen Anforderungen der Genauigkeit entspricht, sich aber durch seine Einfachheit empfiehlt.

Der zu untersuchenden Person werden bei guter Tagesbeleuchtung in einer Entfernung von etwa 50 cm 16 Tafeln von der in Abb. 39 wiedergegebenen Art vorgelegt. Jede trägt einen Ring aus farbigen Punkten mit Ausnahme von einer, die nur graue Punkte besitzt. Helligkeit und Farbenton sind so gewählt, daß sie für den Rot-Grünblinden Verwechslungsfarben darstellen. Der Gang der Untersuchung ist durch folgende Punkte festgelegt:



Abb. 39.

1. Es sollen einige Tafeln gezeigt werden, auf denen rote oder rötliche Punkte zu sehen sind.

2. Die Tafel, auf der nur rote Punkte sind.

3. Nur grüne.

4. Nur graue.

Vier weitere Tafeln ähnlicher Art, die eine Gruppe und einen Untersuchungsgang für sich bilden, werden darauf der Vp

einzelvorgezeigt mit der Frage, welche Farben auf ihr zu sehen seien. Sie dienen insbesondere zur Erkennung der erwähnten Anomalien. Das Kennzeichen für letztere ist eine abnorme Kontrastercheinung, kraft deren gelbliche Punkte zwischen roten dem Anormalen grün erscheinen.

Weitere Einzelheiten gibt die den Tafeln beigegebene Anweisung. — Für die Theorie der Farbenblindheit kommen dieselben Gesichtspunkte in Betracht wie für das periphere Farbsehen.

[Vgl. § 6 III und V.]

VII. Das Purkinje'sche Phänomen.

Das Verhalten der Farben bei Änderung der Beleuchtungsstärke ist zu beobachten an einem roten und einem blauen Felde von annähernd gleicher Helligkeit und Sättigung (Abb. 40). Das Zimmer wird verdunkelt und nach einer Minute wieder ganz schwach aufgehellt. Dabei ist auf das Helligkeitsverhältnis der beiden Felder zu achten und festzustellen, welches zuerst sichtbar wird (Purkinje'sches Phänomen).

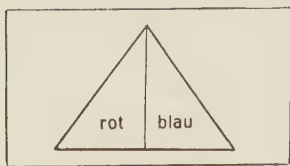


Abb. 40 (M).

Bei mittlerer oder schwacher Beleuchtung verkleinert man gleichmäßig beide Felder, indem man einen schwarzen, viereckigen Karton von unten her in waagrechter Stellung darüberschiebt. Auch diesmal treten Änderungen im Intensitätsverhältnis von Rot und Blau auf, jedoch von entgegengesetzter Art: die Erscheinung zeigt sich nur bei direktem, nicht bei indirektem Sehen.

Zur Theorie: Nach der Duplizitätstheorie erscheint den Stäbchen nicht gleich hell, was für die Zapfen von gleicher Helligkeit ist. Hering

nimmt dasselbe für die Schwarz-Weiß- und die Farbensubstanzen an. — Für die Erklärung des Helligkeitsumschlages bei Flächenverkleinerung kommt zweierlei in Betracht: einmal Kontrasteinflüsse, die sich bei der Verringerung der Felder verstärken, sodann die eigentümliche Verteilung von Zapfen und Stäbchen in der Netzhaut. An der Stelle des deutlichsten Sehens finden sich nur Zapfen, die nach der Peripherie zu mehr und mehr abnehmen.

[Vgl. § 6 V und VI.]

VIII. Der Verschmelzungsvorgang; Photometrie.

Von den zeitlichen Verhältnissen des Lichtreizes ist die schnelle Wiederholung bei kurzer Dauer besonders bemerkenswert, weil der entsprechende subjektive Eindruck im Gegensatz dazu den gleichförmigen Charakter besitzt, der sonst nur dem Dauerreiz entspricht. Die Verschmelzung erklärt sich aus der Trägheit der Sinnesorgane: Mit Beginn der Reizwirkung steigt die Erregung bzw. die Intensität der Empfindung im Laufe von 0,05 bis 0,2 Sekunden an — die erstere Zahl gilt für starke, die zweite für schwache Lichter —, und diese Erregung erlischt nicht mit dem Reize, sondern dauert noch eine Zeit an, wie die Nachbilder beweisen. Von einer gewissen Geschwindigkeit der Reizfolge ab können demnach die Erregungen nicht mehr unabhängig voneinander verlaufen. Es bildet sich eine Dauererregung heraus, die keine Schwankungen mehr erleidet, sobald eine entsprechende Reizgeschwindigkeit erreicht ist. Danach ist klar, daß diese Erscheinung nicht auf den Lichtsinn beschränkt ist, für Gehörsempfindungen z. B. ist sie ebenfalls nachgewiesen; ebenso für Temperaturempfindungen.

Die beiden wichtigsten Fragen, die eine experimentelle Untersuchung des Verschmelzungsvorganges zu beantworten hat, sind quantitativer Natur und beziehen sich einmal auf die Verschmelzungshelligkeit in ihrem Verhältnis zur Intensität der Einzelreize, sodann auf die Unterbrechungszahl und ihre Abhängigkeit von der Reizstärke.

1. Bestimmung der Verschmelzungshelligkeit.

Um das Verhältnis zu ermitteln, in dem die Helligkeit der Verschmelzungsempfindung zu der von den Einzelreizen ausgelöst steht, wird die Helligkeitsabnahme einer Lichtquelle gemessen, die letztere bei schneller, periodischer Unterbrechung erleidet. Es sind demnach zwei photometrische Messungen auszuführen, deren zahlenmäßiger Unterschied die gesuchte Abnahme ergibt: Die Bestimmung der Helligkeit des zu untersuchenden Lichtes, ausgedrückt in Kerzenstärken. Sie ist gleich derjenigen der Einzelreize. Sodann die Bestimmung der Helligkeit der unterbrochen wirkenden, aber gleichmäßig erscheinenden Lichtquelle.

Die Ausführung der photometrischen Beobachtung geschieht nach dem Herstellungsverfahren (s. § 2) zweckmäßig in der Weise, daß mehrmals (3—5 mal) von entgegengesetzten Helligkeitsverhältnissen der beiden Felder aus auf Gleichheit eingestellt und der Mittelwert aus diesen Ablesungen der Berechnung zugrunde gelegt wird.

Die photometrische Messung beruht auf der Unterschiedsempfindlichkeit des Auges für Helligkeiten ($\approx 0,01$ etwa). Letztere erlaubt, zwei aneinanderstoßende Flächen mit großer Genauigkeit hellkeitsgleich zu machen, vorausgesetzt, daß kein Unterschied im Farbton besteht. Wird jede Fläche von nur einer Lichtquelle beleuchtet mit einer Stärke, die durch den veränderlichen Abstand des Lichtes bestimmt wird, so läßt sich das Verhältnis der Lichtstärken beider Quellen berechnen auf Grund des Satzes: Ergeben zwei Lichtquellen 1 und 2 in den Abständen a_1 bzw. a_2 gleiche Helligkeit, so verhalten sich ihre Lichtstärken (i_1, i_2) wie die Quadrate ihrer Entfernungen (a_1^2, a_2^2): $i_1 : i_2 = a_1^2 : a_2^2$.

Um die Bedingungen für eine Helligkeitsmessung zu verwirklichen, bedarf es einer geeigneten Vorrichtung zur Verschiebung der Lichtquellen (oder des Meßinstru-

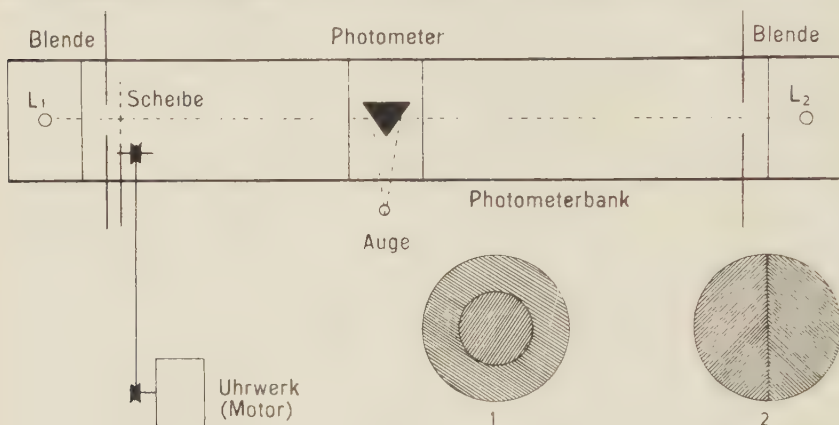


Abb. 41 (M).

mentes) wie auch zur Ausmessung der jeweiligen Abstände. Dazu dient die Photometerbank. Die gebräuchliche Form besteht im wesentlichen aus einem 2—3 m langen Schienenpaar, an dessen Enden die zu vergleichenden Lichtquellen aufgestellt sind; zwischen ihnen befindet sich das bewegliche Photometer. Seine Annäherung an die eine Lichtquelle bedingt bei dieser Aufstellung die Entfernung von der anderen und umgekehrt, wobei der an der vorderen Schiene angebrachte Maßstab die unmittelbare Ablesung der beiderseitigen Abstände gestattet.

Das Photometer selbst ist eine Vorrichtung, um unter den günstigsten Bedingungen, d. h. unter voller Ausnutzung der Unterschiedsempfindlichkeit des Auges zwei angrenzende Flächen gleich hell zu machen. Das ist der Fall, wenn dieselben ohne schwarze Trennungslinie aneinanderstoßen, z. B. in Form zweier sich ergänzender Halbkreise (Ritchie'sches Gipsprisma), oder eines von einem Ring umschlossenen Kreises (Abb. 41 1 und 2): eine Anordnung, die sich als besonders vorteilhaft erwiesen hat (Photometer von Lummer und Brodhun).

Soll die Messung keine bloße Verhältniszahl, sondern eine Maßzahl in Einheiten, d. h. in Kerzenstärken ergeben, so muß die Stärke der einen Lichtquelle bekannt sein, sofern man nicht die Einheitslampe, die Hefner-Altenecklampe, selbst verwendet. Es ist dies eine gleichförmig brennende Amylzetatlampe mit rötlich-gelbem Lichte, die nach besonderen beigegebenen Vorschriften behandelt werden muß.

Folgende Fragen werden photometrisch geprüft:

1. Ob die Steigerung der Unterbrechungszahl nach Eintritt der Verschmelzung von Einfluß auf den subjektiven Eindruck ist, insbesondere auf seine Intensität. Zur Herstellung und Veränderung der Unterbrechung und ihrer Geschwindigkeit dient eine Scheibe mit sektorförmigen Aus-

schnitten (Episkotisterscheibe), die entweder durch ein starkes Uhrwerk mit veränderlicher Geschwindigkeit oder durch einen Motor mit Gleitwiderstand angetrieben wird (Abb. 41).

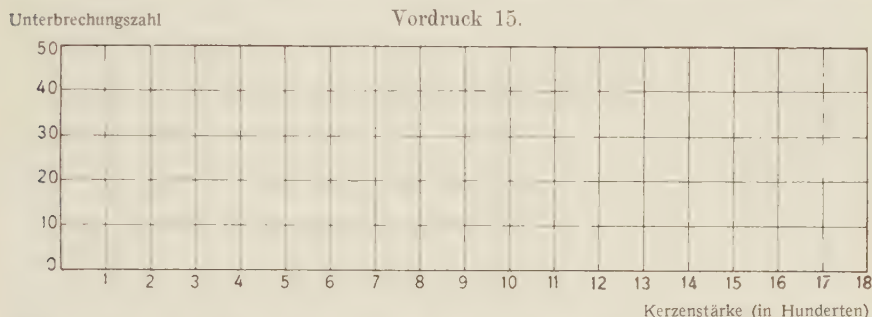
2. Die Abschwächung einer Lichtquelle im Verhältnis zur Sektorenausblendung bei verschiedener Größe der letzteren.

3. Der Einfluß der absoluten Helligkeit auf dieses Verhältnis, der an verschieden starken elektrischen Lampen festgestellt wird.

Das Ergebnis der beiden letzten Messungen stellt in verallgemeinerter Fassung den Inhalt des Talbot'schen Gesetzes dar.

2. Bestimmung der kritischen Geschwindigkeit für verschiedene Reizstärken:

Unter der kritischen Geschwindigkeit versteht man diejenige Unterbrechungszahl in der Sekunde, mittels deren eine flimmerfreie Verschmel-



zung gerade erreicht wird. Die Geschwindigkeit ist für verschiedene Lichtstärken zu bestimmen. Man benutzt dazu Sektorenscheiben mit 1, 2 bzw. 4 Ausschnitten von 180° , 90° bzw. 45° für den Farbenkreis (Motor mit Gleitwiderstand und Übersetzung). Als Lichtquellen, die durch die Scheiben periodisch verdeckt werden, dienen gebräuchliche elektrische Lampen, vor die ein Matt- oder Milchglas gesetzt wird, um annähernd gleichmäßig erleuchtete Flächen zu erhalten. Die Größe der letzteren bleibt konstant. Folgende Lichtstärken sind am zweckmäßigsten: 1. Eine Kerze (Klein-Edison-Gewinde und Akkumulatorenspeisung). — 2. Fünf Kerzen. — 3. Sechzehn Kerzen. — 4. Hundert und 5. zweihundert Kerzen (Halbwattlampen oder Nernstbrenner für die beiden letzten Stärken).

Die genauen Werte, in Kerzenzahl ausgedrückt, sind photometrisch zu ermitteln. Für jedes Licht wird die Unterbrechungszahl, bei der das Flimmern gerade verschwindet bzw. wieder auftaucht, mehrmals bestimmt und ein Mittelwert berechnet. Die Umdrehungsgeschwindigkeit der Scheibe ist festzustellen mittels Tourenzähler oder durch Auszählen der Umdrehungen innerhalb einer bestimmten Zeit (30–60 Sekunden); dabei wird beobachtet, wann und wie oft eine Marke an der Scheibe durch eine irgendwie ausgezeichnete Stellung geht, z. B. die Vertikale unten oder oben. Diese Stellung dient auch als Ausgangsstellung für die Zeitmarkierung: Im Augenblick des ersten Durchganges wird eine Stoppuhr in Gang gesetzt oder die Zeigerstellung einer Sekundenuhr abgelesen (Zeitpunkt „Null“).

In entsprechender Weise ist der Endpunkt der Beobachtungen zeitlich festzulegen. — Die gefundenen Unterbrechungszahlen werden in das Koordinatensystem eingetragen. Für eine ganz starke Lichtquelle, deren Beobachtung mit Schwierigkeiten verknüpft sein würde, soll ein bekannter Wert den Versuch ersetzen: die Unterbrechungszahl bei 1800 Kerzen beträgt 50,24. — Die Kurve drückt eine Gesetzmäßigkeit aus, die auch sonst in der Psychologie eine besondere Bedeutung besitzt.

[Vgl. § 2 I und III.]

IX. Der Farbensinn von Tieren.

1. Allgemeines über die Methoden.

Die Tierpsychologie muß bei ihren Beobachtungen auf das vollkommendste Ausdrucksmittel subjektiver Zustände, auf die Sprache verzichten und aus anderen Ausdruckserscheinungen Rückschlüsse auf die zugrunde liegenden Bewußtseinsvorgänge ziehen. Zur Untersuchung des Farbensinnes von Tieren z. B. dienen folgende Methoden:

1. Die phototaktische: Sie geht von der Tatsache aus, daß bestimmte Tiergattungen stets die hellsten, andere die dunkelsten Stellen ihrer Umgebung aufsuchen. Handelt es sich um Strahlen verschiedener Wellenlänge, so läßt sich auf Grund dieses Verhaltens ein Schluß ziehen auf die Helligkeit, in der sich die einzelnen Farben den Tieren darstellen. Da bekannte Beziehungen zwischen Helligkeit und Qualität der Farben im Spektrum bestehen, so ist damit ein Weg zur Erforschung der farbigen Eindrücke gegeben. Voraussetzung bei dieser Methode ist, daß die Farben keine spezifische, von der Helligkeit unabhängige Wirkung ausüben, z. B. durch gleichzeitige Erregung von Geruchsempfindungen bei Pigmentfarben.

2. Die Fütterungsmethode mit Nahrungsstoffen von verschiedener Farbe: Die Tiere werden zunächst an eine bestimmte Farbe gewöhnt, in der das Futter verabreicht wird (Dressurversuche). Zeigen sich daraufhin Verschiedenheiten in dem Verhalten gegenüber anderen Farben, so muß angenommen werden, daß die Qualitäten unterschieden werden. Voraussetzung dabei ist, daß die Farben gleichen Helligkeitswert besitzen.

3. Die pupillomotorische Methode stützt sich auf die Tatsache, daß die Pupillenweite von der ins Auge fallenden Lichtmenge abhängig ist, und zwar so, daß sich Pupillenweite und subjektive Helligkeit in umgekehrtem Verhältnis ändern.

4. Die Methode der Aktionsströme benutzt die elektrischen Ströme, die bei Erregung der Netzhaut in ihr entstehen, sog. Aktionsströme, um Aufschluß über die gleichzeitig verlaufenden Empfindungsvorgänge zu erlangen. Es besteht nachweislich ein enger Zusammenhang zwischen beiden Erscheinungen.

5. Die Methode der Farbanpassung verwertet den Umstand, daß manche Tiere ihre Körperfarbe der Umgebung angleichen, um ihr Unterscheidungsvermögen für Farben zu prüfen. Die Anpassung selbst wird durch die Netzhaut vermittelt.

2. Versuche nach der phototaktischen Methode.

Vorversuch. In ein viereckiges Glasgehäuse von 1 m Länge, 10 cm Breite und Höhe wird eine größere Anzahl Mücken gebracht. Im Dunkelzimmer wird das Gehäuse mittels eines geeigneten Brenners und einiger Milch- und Mattglasscheiben ungleichmäßig erleuchtet, so daß eine begrenzte Stelle am hellsten ist. Man beobachtet die Verteilung der Mücken danach und verändert den Ort der größten Helligkeit sowie Anzahl und Intensität der Helligkeitsbereiche.

Hauptversuch. Für den Farbensichtigen liegt bei Helladaptation das Maximum der Helligkeit eines Spektrums im Gelb. Bei Dunkeladaptation und totaler Farbenblindheit (Stäbchensehen) rückt das Maximum der Helligkeit eines lichtschwachen Spektrums ins Gelbgrün (s. Abb. 42 N = Helligkeitskurve des Normalen, T die des Total-Farbenblinden. Vgl. das Purkinje'sche Phänomen). Die Helligkeitsverteilung im Spektrum gibt demnach Aufschluß über die Beschaffenheit des Farbensystems. Bei vielen niederen Tieren ist auf diesem Wege die totale Farbenblindheit als das einfachste System der Lichtempfindungen wahrscheinlich gemacht. Im vorliegenden Falle ist es bei Mücken zu prüfen. Zu dem Zwecke wird ein lichtstarkes Spektrum auf das Gehäuse geworfen, derart, daß beides — Gehäuse und Spektrum — gleich lang sind. Lichtstark muß das Spektrum sein, um dem Einwand zu begegnen, daß sich die Mücken möglicherweise im Zustand der Dunkeladaptation befänden. Aus dem gleichen Grunde muß das Zimmer vor dem eigentlichen Versuch genügend stark und lang erhellt sein. — Die phototaktische Methode kann auch bei anderen Tiergattungen (Kaulquappen, kleineren Fischarten, z. B. Goldfischen) angewendet werden.

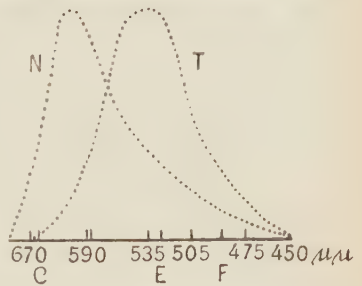


Abb. 42.

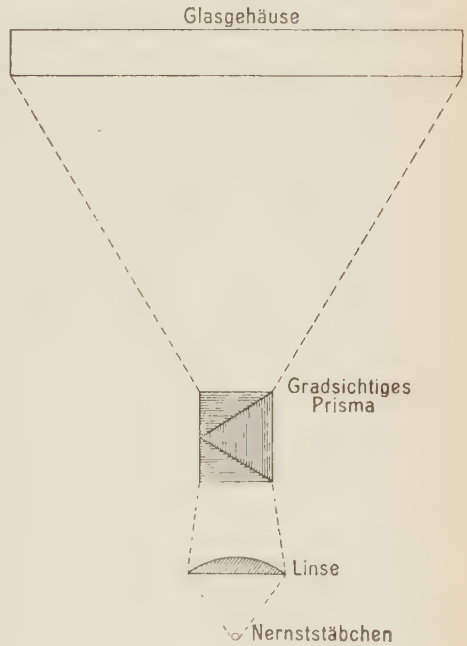


Abb. 43.

Die einfachste Anordnung zur Erzeugung des Spektrums ist aus Abb. 43 ersichtlich. Mit Hilfe der Linse (große Brennweite, etwa 50 cm) entwirft man zunächst ein deutliches Bild des Nernststäbchens auf der vorderen Glaswand, dann wird ein Prisma mit starkem Zerstreuungsvermögen (Schwefelkohlenstoffprisma), gegebenenfalls auch ein passendes Gitter in den Strahlengang gebracht. In der Abb. 43 ist der Einfachheit halber ein geradsichtiges Prisma gewählt. Die hier beschriebene Anordnung ergibt kein reines

Spektrum; letzteres stellt höhere Anforderungen an die Optik: es bedingt einen Spalt, der durch das Sammelbild eines Brenners erleuchtet wird, also eine weitere Linse vorausgesetzt.

C. Hess, Gesichtssinn. Handwörterb. d. Naturw. Jena 1913.

C. v. Hess, Farbenlehre. Ergebnisse d. Physiol., Bd. 20, 1922.

Gibt eine kritische Übersicht über den Stand besonders der Fragen, die mit der Farbenblindheit zusammenhängen, unter Verwertung aller neueren Veröffentlichungen, die sich hier zusammengestellt finden.

E. Hering, Grundzüge der Lehre vom Lichtsinn. Leipzig, Berlin 1905—1920.

Die maßgebende Darstellung von Herings Anschauungen.

W. Nagel, Handbuch der Physiologie des Menschen. Bd. 3, 1905.

v. Kries gibt hier eine erschöpfende Darstellung mit reichen Literaturangaben.

H. v. Helmholtz, Handbuch der physiologischen Optik. 3 Bde. 3. Aufl., 1909.

Das klassische Werk ist in dritter Auflage durch Zusätze auf den gegenwärtigen Stand des Wissens gebracht. Der zweite Band behandelt die Lichtempfindungen.

E. R. Jaensch, Über Grundfragen der Farbenpsychologie, zugleich ein Beitrag zur Theorie der Erfahrung. Leipzig 1930.

G. E. Müller, Über die Farbenempfindungen. Zeitschr. f. Psychol.-Erg.-Bd. 17. Leipzig 1930.

Handbuch d. normal. u. pathol. Physiol., Bd. 12. Erster Teil. Berlin 1929.

C. Stumpf, Die Attribute der Gesichtsempfindungen. Abhandl. d. preuß. Akad. d. Wissensch., Jahrg. 1907, phil.-hist. Klasse, Nr. 8.

Eine scharfsinnige Untersuchung, die auch weitere Literaturangaben bringt.

W. Ostwald, Einführung in die Farbenlehre. Leipzig 1919.

Versucht eine quantitative Ausgestaltung des Systems der Lichtempfindungen.

F. Brentano, Untersuchungen zur Sinnespsychologie. Leipzig 1907.

Unter anderem wird die Frage nach der Natur der Grünempfindung behandelt.

A. König, Gesammelte Abhandlungen. Leipzig 1908.

Mit die wertvollsten Untersuchungen zur physiologischen Optik, durch die besonders die Helmholtz'sche Farbentheorie ausgebaut wird. Versuche über das Purkinje'sche Phänomen.

J. v. Kries, Abhandlungen zur Physiologie der Gesichtsempfindungen. Leipzig, J. A. Barth.

In diesen Arbeiten ist das Tatsachenmaterial für die Duplizitätstheorie enthalten.

H. K. Schjelderup, Zur Theorie der Farbenempfindungen. Zeitschr. f. Sinnesphysiologie, Bd. 51, 1920.

A. Tschermak, Über Kontrast und Irradiation. Ergebnisse d. Physiol., herausgeg. von Asher u. Spiro, 2. Jahrgang, 2. Abteilung.

Eine erschöpfende Einzelberatung mit vollständigem Literaturverzeichnis.

W. Nagel, Tafeln zur Untersuchung des Farbenunterscheidungsvermögens. Wiesbaden, J. F. Bergmann.

E. Liebenthal, Praktische Photometrie. Braunschweig 1907.

Eine erschöpfende Monographie, in der auch die Lehre von der Lichtempfindung berücksichtigt wird.

K. Marbe, Theorie der kinematographischen Projektionen. Leipzig, J. A. Barth, 1910.

Enthält unter anderem eine zusammenfassende Darstellung der Tatsachen des Talbot'schen Gesetzes; dazu Theorie.

R. Pauli, Über psychische Gesetzmäßigkeit. Jena 1920.

Die Arbeit enthält viel zur Optik Gehöriges und behandelt näher die elektromotorischen Erscheinungen der Netzhaut in ihrem Verhältnis zur Lichtempfindung.

E. Claparède, Tierpsychologie. Handwörterb. d. Naturw. Jena 1913.

Behandelt die allgemeinen Fragen der Tierpsychologie (Intelligenz. Instinkt usw.).

G. Kafka, Tierpsychologie. München 1922.

Eine knappe, zusammenfassende Darstellung mit vollständiger Literaturzusammenstellung.

G. Kafka, Neuere Untersuchungen über den Farbensinn der Fische. Naturwissenschaftliche Wochenschr., 1914, Nr. 30.

Eine sehr lehrreiche Zusammenstellung.

C. Hess, Die Entwicklung von Lichtsinn und Farbensinn in der Tierreihe. Wiesbaden 1914.

Hess gibt hier eine übersichtliche Zusammenfassung seiner grundlegenden Untersuchungen, dazu eine Reihe schöner Demonstrationsversuche.

§ 7. Die Wahrnehmung.

I. Allgemeines über die Wahrnehmung.

Keine Empfindung wird für sich vereinzelt als bloße Qualität von gewisser Intensität und Dauer erlebt: Verwickelte Reizbedingungen bringen eine Mehrzahl gleichzeitiger Empfindungen mit sich, meist schon bei jedem einzelnen Sinnesgebiet: die Ausbreitung der einer Empfindung zugrunde liegenden Erregung ferner bedingt den Zusammenhang mit weiteren, andersartigen Bewußtseinsvorgängen. Diese Prozesse stehen nicht alle im gleichen Verhältnis zu den Empfindungen. Manche davon, Gefühls- und Willensmomente nämlich, werden mehr als zum Ich gehörig erlebt und lassen sich unschwer von dem Empfindungsbestand absondern. Andere dagegen stehen im engsten Zusammenhange mit dem sinnlichen Eindruck, so daß sie wie Merkmale desselben erscheinen und auch theoretisch als solche aufgefaßt worden sind. Es handelt sich um den Raumcharakter, um die Gestalteindrücke, die mit den Empfindungen auftreten, weiter um Verhältnisse wie „Größer“ oder „Kleiner“, die mit den sinnlichen Eindrücken gegeben sind, um Unterschiede in der Klarheit und Deutlichkeit einzelner Bestandteile des sinnlichen Eindruckes sowie um den Zusammenhang der Empfindungen mit dem Bewußtsein eines Dinges oder Gegenstandes, auf den die Qualitäten meist bezogen werden. Dazu treten noch Gedächtniselemente, Spuren ähnlicher Eindrücke, die sich mit den gegenwärtigen verbinden. Alle diese Momente machen die Bedeutung aus, unter der die Empfindungen in das Bewußtsein und dem Ich gewissermaßen gegenübertreten. Die Bedeutung liegt eben darin, daß die Empfindungen nicht als bloße Qualitäten und Intensitäten erlebt werden, sondern dem Subjekt etwas anderes sind, ein Gegenstand, eine Melodie oder dergleichen. Einen Empfindungsbestand nun in Verbindung mit solchen objektiven, nicht zum Ich gehörigen Bedeutungsmomenten bezeichnet man als Wahrnehmung. Als Beispiel kann der Anblick eines Hauses oder Baumes dienen. — Die Wahrnehmung stellt demnach die regelmäßige Form dar, in der die Empfindungen erlebt werden. Im Gegensatz zur Empfindung bedeutet sie eine zusammengesetzte Bewußtseinstatsache. Sie ist nicht in dem Grade wie diese das Ergebnis von Analyse und Abstraktion, wenn sie auch als Begriff auf diesem Wege entstanden ist: das ist schon bedingt durch den durchgängigen Zusammenhang der subjektiven Vorgänge untereinander, das zeigt sich besonders in der Ausschaltung von Gefühls- und Willensmomenten bei der Bildung des Wahrnehmungsbegriffes.

Die folgenden Versuche sollen dazu dienen, den Unterschied zwischen Empfindung und Wahrnehmung deutlich zu machen.

II. Die Erscheinungsweisen der Farben.

1. Übersicht über die verschiedenen Erscheinungsweisen.

Je nach den besonderen Beziehungen zur Umgebung und den räumlichen Verhältnissen, unter denen die Farben wahrgenommen werden, lassen sich verschiedene Erscheinungsweisen unterscheiden:

1. Die Flächenfarben. (Beispiele: Spektralfarben, die durch das Okular eines Spektroskops betrachtet werden, oder das Blau des Himmels.)

Sie sind durch folgende Merkmale ausgezeichnet: Unbestimmte Lokalisierbarkeit, d. h. die Entfernung der Flächenfarbe vom Beobachter kann nur mit einer gewissen Unsicherheit angegeben werden. Sodann lockeres Gefüge: damit soll gesagt werden, daß man das Bewußtsein hat, verschieden tief mit dem Blick in die Farbe eindringen zu können. Endlich drittens der frontalparallele Charakter: bei geradeaus gerichtetem Blick und fovealer Betrachtung steht die Fläche solcher Farben stets senkrecht zur Blickrichtung.

2. Die Oberflächenfarben. (Beispiel: farbiges Papier.) Diese Gruppe unterscheidet sich von der ersten durch einen gewissen Gegensatz, in dem sie zu ihr steht. Die Oberflächenfarbe erscheint meist dort, wo der zugehörige Gegenstand (das Papier) gesehen wird: bestimmte Lokalisierbarkeit. Dazu kommt ein strafferer Zusammenhalt, ein festeres Gefüge und beliebige Orientierungsmöglichkeit zur Blickrichtung: schräg, senkrecht usw. Wesentlich für die Oberflächenfarbe ist ferner das Bewußtsein, einen Gegenstand vor sich zu haben, das stets mit ihrem Auftreten gegeben ist. Ein Gegenstand wird als ihr Träger vorgestellt. Der Visitenkartenversuch (s. § 8 IV) eignet sich gut zur Darstellung von Oberflächen- und Flächenfarben und ihrem unmittelbaren Vergleich.

Zu diesen beiden wichtigsten Erscheinungsweisen kommen noch eine Reihe anderer, so die durchsichtigen Flächen- und Raumfarben. Erstere schließen den Hintergrund nicht ab, letztere scheinen außerdem einen bestimmten Raum nach seinen drei Richtungen auszufüllen, wie z. B. der Nebel. Weiter sind gespiegelte Farben zu nennen: sie liegen vor, wenn eine farbige Fläche infolge ihrer Glätte so reflektiert, daß ein Bild von Gegenständen erkennbar wird. Den gespiegelten Farben nahe steht der Glanz. Er tritt immer an einem Gegenstand auf, übertrifft die Farbe von ihm an Helligkeit und wird als Licht aufgefaßt, das nicht eigentlich zur Farbe des Gegenstandes gehört. Endlich gehört das Leuchten hierher: es setzt voraus, daß die betreffende Farbe ihre Umgebung an Helligkeit wesentlich übertrifft, während die verwandte Erscheinung des Glühens an einen Tiefeneindruck gebunden ist. Die Farbe scheint sich beim Glühen in die Tiefe zu erstrecken.

In qualitativer Hinsicht wird die Erscheinungsweise der Farben vielfach durch die Nachwirkung früher gehabter Eindrücke bestimmt. Die Farbe, in der ein Ding am häufigsten gesehen wird, prägt sich dem Gedächtnis ein und wird gewissermaßen zu einer festen Eigenschaft des Erinnerungsbildes. Was man gewöhnlich als wirkliche Farbe eines Dinges bezeichnet, ist seine im Gedächtnis gleichsam fest gewordene Farbe: Die Gedächtnisfarbe des Dinges. Sie ist für die Art unseres Sehens mitbestimmend. Man spricht deshalb auch von einer Farbbeständigkeit der Sehdinge und meint damit, daß diese durchaus nicht immer so wahrgenommen werden, wie ihr physikalischer Lichtwert erwarten läßt. Ein Blatt weißes Papier erscheint annähernd weiß, auch wenn man es im Schatten betrachtet, ebenso bei künstlichem Lichte oder unter dem Laubdach des Waldes, wo es in Wirklichkeit farbiges Licht ins Auge sendet. Allgemein gilt: Die Farben erscheinen so, als ob bei ihrer Wahrnehmung die besonderen Beleuchtungsbedingungen in Anschlag gebracht würden

und zwar in Form eines Abschens davon. Vgl. hierzu den Begriff der Gedächtnisgröße (§ 8 VII).

2. Zurückführung der Erscheinungsweisen auf Flächenfarben.

Unter den verschiedenen Erscheinungsweisen stellen die Flächenfarben die einfachste Form dar. Es läßt sich zeigen, daß man die übrigen Arten alle auf sie zurückführen kann. Dies geschieht mit Hilfe einer einfachen Blendenvorrichtung, bestehend aus einem gelochten Schirm (Durchmesser der Öffnung 1—2 cm), durch den die zu reduzierende Fläche betrachtet wird. Der Abstand von Schirm und Beobachter soll dabei etwa 1 m betragen. Die Helligkeit des grauen Schirmes wird so gewählt, daß die Kontrastverhältnisse vor und nach der Reduktion merklich gleich sind. Die Reduktion wird beobachtet

1. an Oberflächenfarben: Papieren, Wänden usw.,

2. an einer glänzenden Fläche (polierte Metallplatte). Dabei kann auf ihr eine Fixationsmarke angebracht werden, um Akkommodationsänderungen zu vermeiden.

Die Wirkung des Schirmes ist wahrscheinlich auf die Ausschaltung von Erfahrungseinflüssen, möglicherweise auch auf die besonderen Sehschärfebedingungen zurückzuführen: man denke an den verhältnismäßig großen Abstand von 1 m.

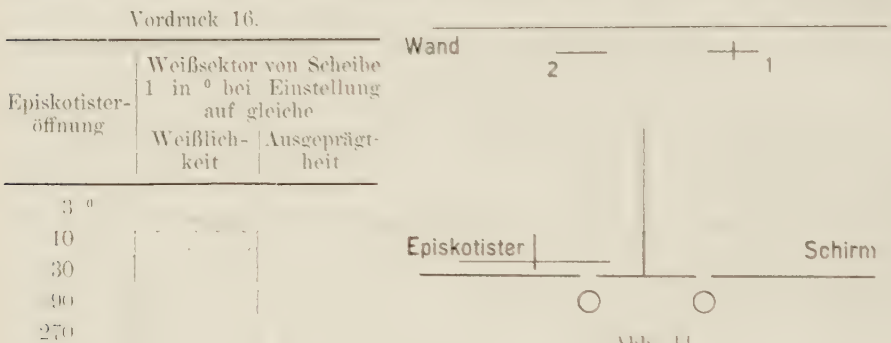
3. Zweidimensionalität der Schwarz-Weißreihe bei Oberflächenfarben.

In dem System der Lichtempfindungen wird die Schwarz-Weißreihe durch eine gerade Linie dargestellt. Das bedeutet, daß die Helligkeitsempfindungen nur eine Art von Änderungsmöglichkeit besitzen, nämlich im Sinne einer Zu- oder Abnahme des Schwarz resp. Weiß. Durch diese Beziehung und den Ort, den die Empfindung innerhalb der Helligkeitslinie einnimmt, ist sie vollständig bestimmt. Die sonst notwendige Unterscheidung von Qualität und Intensität ist also in diesem Falle hinfällig. Die Eindimensionalität gilt aber nur bei Flächenfarben, während für die Oberflächenfarben ein weiteres Merkmal, das unabhängig von der Helligkeit verändert werden kann, hinzukommt.

1. Vorversuch: In einem dunklen Raume werden zwei weiße Papiere (Größe 4·8 cm) in Abständen von 1 und 5 m von einer Lichtquelle und zugleich von dem Beobachter gebracht, der sich in gleicher Höhe wie das Licht befindet. Vergleicht man beide Eindrücke auf ihre Weißlichkeit hin, so findet man, daß die entferntere Fläche nur wenig der stark beleuchteten nachsteht, einem dem Weiß nahekommenden Hellgrau aber gleichgestellt werden kann. Die Lichtmengen, die beide Papiere aussenden, verhalten sich indessen wie 1:20. Während ihr Weißlichkeitscharakter — verglichen mit diesem großen Unterschiede — annähernd derselbe ist, zeigen sich die beiden Eindrücke in anderer Hinsicht verschieden: das entfernte Weiß erscheint in Dunkelheit eingehüllt, das nahe im Vergleich zu ihm lichter, ausgeprägter. Es handelt sich um verschiedene Stufen der Ausgeprägtheit, wie dies neue Merkmal genannt wird.

2. Quantitative Bestimmungen: Folgende Versuchsanordnung erlaubt, die Zweidimensionalität der tonfreien Oberflächenfarben unter gün-

stigen Verhältnissen (u. a. gleichen Lokalisationsbedingungen für beide Vergleichsflächen) zu beobachten und quantitativ näher zu bestimmen: Die Vp blickt durch einen Schirm mit zwei Öffnungen (Durchmesser = 7 mm) in Augenabstand von zwei weiße Scheiben von mittlerer Größe (1,2 Abb. 44), die im Abstände von 1,5 m von dem Schirm gleichmäßig beleuchtet aufgestellt sind. Jedes Auge sieht nur je eine Scheibe infolge der Wand, die zwischen den beiden Öffnungen senkrecht auf den Schirm stößt. Das Weiß der Scheibe 1 kann durch einen variablen Schwarzsektor abgestuft werden (Farbenkreisel, am besten für kontinuierliche Änderungen während des Ganges). Eine Wand aus neutralem Grau bildet den Hintergrund der Scheiben. Dicht vor der Öffnung, durch die das eine Auge die Scheibe 2 erblickt, ist eine Episkotistervorrichtung, d. h. eine Vorrichtung zur Herabsetzung der Lichtstärke angebracht in Gestalt einer schwarzen, rotierenden



Scheibe mit veränderlichem Ausschnitt (gegebenenfalls auswechselbare Scheiben mit verschiedenen großen Sektoren). Bei den Versuchen handelt es sich darum, für verschiedene Episkotisteröffnungen die beiden Scheiben einmal auf gleiche Weißlichkeit, das andere Mal auf gleiche Ausgeprägtheit einzustellen. Dies geschieht durch Änderung des Schwarz-Weißverhältnisses von Scheibe 1 nach der Grenzmethode. Unterschiede in den Kontrastverhältnissen für beide Scheiben werden durch verschieden grauen Hintergrund von 1 ausgeglichen.

Folgerungen aus den in diesem Zusammenhange erwähnten Tatsachen und Beobachtungen:

1. Die Beschreibung der verschiedenen Erscheinungsweisen beweist, daß es sich dabei nicht um elementare Erscheinungen (Empfindungen) handelt, sondern um Formen der Farbwahrnehmung. Nur die Flächenfarben können als Empfindungen oder als den Empfindungen am nächsten stehend angesehen werden.

2. Das System der Lichtempfindungen, wie es durch das Farbenoktaeder versinnbildlicht wird, gilt nur für Flächenfarben, während für die übrigen Erscheinungsweisen verwickeltere Systeme anzunehmen sind: eine vierte Dimension zur Darstellung der Ausgeprägtheitsstufen.

4. Nachweis der Gedächtnisfarben.

Die eine Kathetenfläche eines Photometerprismas bedeckt man mit einem ebenen, nicht glänzenden braunen, die andere mit einem ebensolchen ultramarinblauen Papier, die beide entsprechend ausgewählt sein müssen. Das braune Papier wird mittels eines Spiegels durch Tageslicht, das andere durch eine künstliche Lichtquelle (Gasflamme oder Glühbirne) beleuchtet (Abb. 45). Durch das senkrechte Rohr der Photometervorrichtung betrachtet, erscheint bei passend gewählter Intensität des künstlichen Lichtes das blaue Papier genau so wie das braune, d. h. ebenfalls braun, weil in solchem Lichte die blauwirkenden Strahlen von den gelblichwirkenden völlig übertönt werden. Beleuchtet man jetzt das Zimmer nur mit dem künstlichen Lichte und nimmt beide Papiere aus dem Apparat, so erscheint das blaue Papier, obwohl es nach wie vor von dem gleichen Lichte beleuchtet ist, nicht mehr braun, sondern wieder blau, wie bei Tagesbeleuchtung, wenngleich dunkler, während das braune Papier nach wie vor braun aussieht. Hierbei ist es gleichgültig, ob der Beobachter die wirkliche Farbe des Papiers kennt oder nicht.

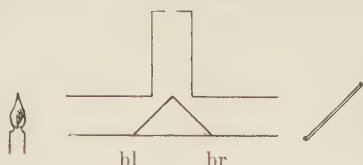


Abb. 45.

Der Versuch zeigt, daß für unser Auge ein bei Tagesbeleuchtung blau erscheinendes Papier auch bei der ganz andersartigen künstlichen Beleuchtung blau bleiben kann, obwohl es jetzt ein Strahlengemisch zurückwirft, das wir bei Tage auch nicht entfernt blau, sondern vielmehr braun sehen. Die Farben erscheinen demnach so, als ob bei ihrer Wahrnehmung von den besonderen Beleuchtungsbedingungen abgesehen würde.

[Vgl. § 8 IV, VII, VIII, IX.]

III. Leseversuche.

Das Lesen besteht in der Umsetzung erkannter Schriftbilder in die entsprechenden Worte der Lautsprache und stellt demnach eine sehr zusammengesetzte Leistung dar. An ihrem Zustandekommen sind — soweit es sich um verständnisvolles Lesen handelt — folgende Faktoren beteiligt:

1. Der Gesichtseindruck der Schriftzeichen. Er kommt nie bei Augenbewegungen, sondern nur während der Ruhepausen zustande (Dauer etwa 0,1 Sek.). Damit ist die Grundlage der tachistoskopischen Untersuchung des Lesens gegeben.

2. Die Vergegenwärtigung der Lautzeichen, die durch die wahrgenommenen Schriftzeichen ausgelöst wird, mit denen jene assoziativ, und zwar im Sinne einer symbolischen Beziehung verflochten sind.

3. Die Reproduktion der Bedeutungen, die in entsprechender Weise mit den Lautzeichen verknüpft sind. Beim Lesen von Sätzen ist der jeweilige prädikative Zusammenhang der einzelnen Wörter maßgebend.

Eine Hauptfrage der Psychologie des Lesens ist die, ob das Lesen buchstabierend erfolgt d. h. in Form von aufeinanderfolgenden Auffassungen der einzelnen Buchstaben oder ob der Gesamteindruck maßgebend ist. Eine Antwort auf diese Frage ist u. a. den Ergebnissen der nachstehenden Versuche zu entnehmen.

1. Bestimmung der tachistoskopischen Leseleistung bei sinnlosem und sinnvollem Material; Lesezeiten.

Man benötigt zu den Versuchen ein Tachistoskop (Abb. 46). Ein zweimal rechtwinklig gebogenes, 20 cm breites Blech trägt in der Mitte der vorderen Wand einen Momentverschluß mit einstellbaren Zeiten (0,01–1,0 Sek., dazu Dauerexpositionen von beliebiger Länge). Die Verschlußklappen sind weiß, um störende Kontrasteinflüsse zu vermeiden. In ihrer Mitte befindet sich ein schwarzer Punkt für Fixation und Akkommodation. Eine Schlitzvorrichtung an der Rückseite der Wand, unmittelbar hinter dem Verschluß dient zur Aufnahme der Reizkarten.

Auf der Bodenfläche des Tachistoscopes ist zwischen den beiden Vertikalwänden ein Kasten untergebracht, der das Versuchsmaterial gebrauchsfertig geordnet enthält.

Dessen Auswechslung vollzieht sich also ausschließlich hinter der vorderen Wand: ein Umstand, der die Unwissentlichkeit des Verfahrens sichert. Die ganze Vorrichtung ist, in der Höhe verstellbar, auf einem Dreifuß angebracht.

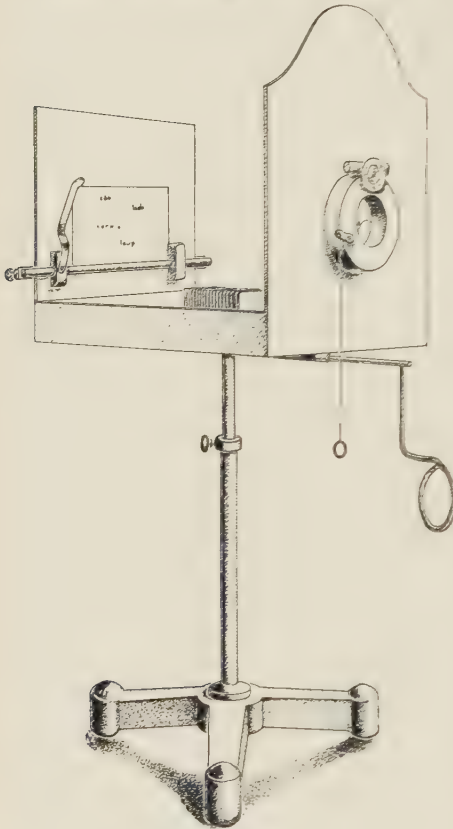


Abb. 46 (M).

Die Darbietungszeit beträgt 0,1 Sek.: entsprechend den Ruhepausen zwischen den Augenbewegungen beim natürlichen Lesen. Innerhalb dieser Zeitstrecke finden unwillkürliche Augenbewegungen nicht statt. Sie müssen vermieden werden, weil anderenfalls mit nicht nachzuprüfenden Bedingungen der Wahrnehmung zu rechnen ist. Zum Lesen werden lateinische Druckbuchstaben verwandt. (Schreibmaschinenschrift unter Umständen.) Der günstigste Augenabstand ist gleich 25–30 cm = deutlichste Sehweite. Nach jeder Darbietung — Ankündigung durch „Jetzt“ — nennt die Vp die gelesenen Buchstaben bzw. das betreffende Wort, das zuvor in den Vordruck eingetragen worden ist. Entsprechend dem letzteren werden die Versuche einmal bei sinnloser, dann bei sinnvoller Anordnung der Buchstaben ausgeführt: Muttersprache, Englisch oder Französisch, je nach-

dem die Vp mit der einen oder anderen Sprache bzw. beiden vertraut ist. Bei dem sinnlosen Material ist zwischen zusammenhängend aussprechbarem (a) und nur buchstabierbarem (b) zu unterscheiden (vgl. Vordruck, Spalte 1). Was die muttersprachlichen Wörter angeht, so ist die obere Tabelle des Vordruckes (zweiter Teil) für geläufige, die untere für ungeläufige bestimmt. Eigens wird ferner das Zahlenlesen untersucht: denn es nimmt eine Sonderstellung ein. In wiefern?

Die Reizskalen des Vordruckes müssen gegebenenfalls unter Ausnutzung des Randes ergänzt werden. — Das ganze Verfahren ist unwissenschaftlich: die Buchstaben dürfen vorher nicht bekannt sein.

Bei der Verwertung der Ergebnisse kommt es auf den Vergleich der mittleren Höchstleistungen an, die bei den verschiedenen Versuchsarten gewonnen werden. Man beachte die Bedeutung des Lautbildes bei sinnloser Anordnung. Ein hinreichend regelmäßiger Gang der Beobachtungsreihen erlaubt deren Auswertung nach den Grundsätzen der Psychophysik: es können Idealgebiete berechnet werden wie bei anderen Schwellenbestimmungen (s. § 2). Weiter macht man Versuche mit muttersprachlichen Wörtern, die Druckfehler enthalten. Das Resultat bestätigt die Erfahrungen, die sich aus den vorherigen Beobachtungen ergeben.

Zu demselben Zweck wird bei den muttersprachlichen Worten, besonders den geläufigen, die Lesezeit gemessen. Sie ist zu beziehen auf die Erkennungszeit für einzelne Buchstaben. Man bedient sich einer Stoppuhr (Zehntelsek.). Für genaue Bestimmungen bedarf es einer besonderen Versuchsanordnung, z. B. des Reaktionstachistoscopes in Verbindung mit einem Schallschlüssel (s. § 13). Lohnend ist schließlich die Untersuchung muttersprachlicher Worte in Majuskeln, ebenso die von sinnlosem Material mit und ohne Dominanzen: um den Einfluß der Gesamtgestalt zu prüfen.

[Vgl. hierzu § 2 II und § 10 II.]

2. Bestimmung der Anzahl von Buchstaben, die bei ruhendem Blick deutlich wahrgenommen werden.

Im Hinblick auf die durch den ersten Versuch gewonnenen Zahlenwerte ist festzustellen, welche Rolle die Schärfe und ihre starke Abnahme nach der Peripherie zu bei der Erkennbarkeit der Buchstaben spielen, d. h. es soll ermittelt werden, wieviele Buchstaben bei geradliniger Anordnung unter Ausschluß von Augenbewegungen deutlich gesehen werden können. Zu dem Zweck verfährt man folgendermaßen: Unter den gleichen Bedingungen wie im vorigen Versuch — bei ruhendem Blick, einer Beobachtungsdauer von $\frac{1}{10}$ Sek. und einem Augenabstand von 25—30 cm — werden der Vp der Reihe nach 4, 6, 8, 10 und 12 Buchstaben dargeboten, wobei ein Fixationspunkt in der Mitte der Reihe liegt. Für jede Anzahl von Buchstaben werden etwa sechs verschiedene Zusammenstellungen gewählt. Die Aufgabe besteht diesmal darin, lediglich die beiden Endbuchstaben rechts und links zu erfassen. Man erhält so Zahl und Ausdehnungsbereich der Buchstaben, die unter den betreffenden Bedingungen deutlich gesehen werden können.

Es ergeben sich bestimmte Anhaltspunkte für das Zustandekommen der Leistungen beim Lesen sinnloser und sinnvoller Worte.

3. Lesen an der Erkennbarkeitsgrenze von Buchstaben.

Man ermittelt die Entfernung, bei der einzeln dargebotene Buchstaben von der Vp gerade nicht mehr erkannt werden können. Dann wird versucht, unter den gleichen Bedingungen ganze Wörter oder Sätze zu lesen. Eine Begrenzung der Darbietungszeit findet nicht statt. Das Ergebnis wirft Licht auf eine wesentliche Bedingung für die Leistungen

Vordruck 17.

| Sinnlos | | | Fremdsprachlich; Zahlen (unten) | | |
|------------------------------|--------------------|--|---------------------------------|-----------------------|--|
| Dargebotene Buch- staben. | Angaben der Vp: | Richtig ge- lesen (Buch- stabenzahl) | Dargebotene Buch- staben. | Angaben der Vp: | Richtig ge- lesen (Buch- stabenzahl) |
| Zahl | | | Zahl | | |
| 1a | | | 5 | | |
| 1b | | | 5 | | |
| 2a | | | 6 | | |
| 2b | | | 6 | | |
| 3a | | | 7 | | |
| 3b | | | 7 | | |
| 4a | | | 8 | | |
| 4b | | | 8 | | |
| 5a | | | 9 | | |
| 5b | | | 9 | | |
| 6a | | | 10 | | |
| 6b | | | 10 | | |
| 7a | | | 11 | | |
| 7b | | | 11 | | |
| 8a | | | 12 | | |
| 8b | | | 12 | | |
| 9a | | | | Dargebotene Zahlen | Angaben der Vp: |
| 9b | | | | | Richtig: |
| 10a | | | 3 | | |
| 10b | | | 4 | | |
| 11a | | | 5 | | |
| 11b | | | 6 | | |
| 12a | | | 7 | | |
| 12b | | | 8 | | |

Vordruck 17.

Muttersprachlich: geläufige und ungeläufige Worte; letztere bzw. Majuskeln unten.

| Zahl: | Dargebotene Buchstaben: | Angaben der Versuchsperson: | Richtig gelesen (Buch- staben- zahl) |
|-------|-------------------------|-----------------------------|--|
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |
| 15 | | | |
| 16 | | | |
| 17 | | | |
| 18 | | | |
| 19 | | | |
| 20 | | | |
| 21 | | | |
| 6 | | | |
| 8 | | | |
| 10 | | | |
| 12 | | | |
| 14 | | | |
| 16 | | | |
| 18 | | | |
| 20 | | | |

beim sinnvollen Lesen und wird bestätigt durch die Versuche mit sinnvollen Worten, die Druckfehler enthalten.

K. Bühler, Denken. Handwörterb. d. Naturw. Jena 1913.

A. Messer, Empfindung und Denken. Leipzig 1908.

Einzelbearbeitung, die den funktionspsychologischen Standpunkt vertritt und das Wahrnehmungsproblem eingehend behandelt.

P. Linke, Grundfragen der Wahrnehmungslehre. Untersuchungen über die Bedeutung der Gegenstandstheorien. Phänomenologie f. d. experimentelle Psychologie. München 1918.

E. R. Jaensch, Über den Aufbau der Wahrnehmungswelt und ihre Struktur im Jugendalter. Leipzig 1923.

D. Katz, Der Aufbau der Farbwelt. Zeitschr. f. Psychol., Erg.-Bd. 7, 1930.

Die betreffenden Übungsversuche sind dieser Arbeit entnommen, die in experimenteller Hinsicht eine der besten Leistungen der letzten Zeit darstellt.

E. R. Jaensch, Über Grundfragen der Farbenpsychologie. Zeitschr. f. Psychol., Bd. 83. Wichtige Untersuchungen zur Frage nach der Erscheinungsweise der Farben.

K. Bühler, Die Erscheinungsweisen der Farben. Jena 1922.

E. Hering, Grundzüge der Lehre vom Lichtsinn. Leipzig 1905.

Meisterhafte Darstellung, enthält den Versuch zum Nachweis der Gedächtnisfarben.

Handb. d. norm. u. pathol. Physiol., Bd. 12. Erster Teil. Berlin 1929.

Die Frage nach der Farbkonstanz wird erschöpfend von A. Gelb behandelt.

B. Erdmann und R. Dodge, Psychologische Untersuchungen über das Lesen. Halle 1898. Eine großangelegte, mustergültig durchgeführte experimentelle Untersuchung, auf welche die Versuche im Text zurückgehen.

B. Erdmann, Grundzüge der Reproduktionspsychologie. Berlin 1920.

Gibt eine theoretische Weiterführung der vorstehenden Arbeit.

J. Hoffmann, Über Entwicklung und Stand der Lesepsychologie. Arch. f. d. ges. Psychol., 57, 1926.

O. Heigl, Untersuchungen über das Lesen und die Zahlauffassung sowie deren Beeinflussung durch Tee. Arch. f. d. ges. Psychol., Bd. 64, 1928.

Enthält u. a. Versuche über das Zahlenlesen.

H. Thorner, Experimentelle Untersuchungen zur Psychologie des Lesens. 2 Teile. Arch. f. d. ges. Psychol., Bd. 71, 1929.

Bringt eine vollständige Zergliederung der reizmäßigen Lesefaktoren unter Anwendung psychophysischer Methoden.

G. Ipsen, Zur Theorie des Erkennens. Untersuchungen über Gestalt und Sinn sinnloser Wörter. Neue psychol. Stud., Bd. 1. München 1926.

V. O. Oeser, Tachistoskopische Leseversuche als Beitrag zur strukturpsychologischen Typenlehre. Zeitschr. f. Psychol., Bd. 112, 1929.

§ 8. Die Raumschauung; Gestalt- und Bewegungssehen.

I. Allgemeines.

1. Übersicht über die hauptsächlichsten Fragen der optischen Raumwahrnehmung:

Die Abb. 47 I soll von einem unbewegten Auge wahrgenommen werden, und zwar so, daß Punkt *c* in der geradeaus gerichteten Blicklinie liegt, während das andere Auge geschlossen bleibt. An dieser Wahrnehmungstatsache lassen sich verschiedene Seiten unterscheiden; jede bildet für sich eine Sonderfrage der Lehre von der Raumschauung und ergibt sich, wenn das Zustandekommen der Wahrnehmung mittels des Netzhautbildes genauer verfolgt wird:

1. Die räumliche Ordnung, in der die Netzhautelemente gereizt werden (Abb. 47 I und 2), kehrt in dem subjektiven Eindruck wieder, so daß letzterer ein Bild der Zeichnung darstellt.

2. Die subjektiven Bilder zeigen zusammenhängende Flächen und Linien, was bei der mosaikartigen Zusammensetzung der Netzhaut aus kleinsten nervösen Elementen (Zapfen und Stäbchen) einer besonderen Erklärung bedarf. (Problem des optischen Auflösungsvermögens als einer Schärfeart.)

3. Die Linien der Abbildung erscheinen nicht gleichmäßig scharf, sondern an der Stelle, die fixiert wird, am deutlichsten: Abhängigkeit der Schärfe von der Stelle und zugleich auch von der Struktur der gereizten Netzhaut.

4. Die Maße des Netzhautbildes sind bedeutend kleiner als diejenigen, unter denen die Abbildung erscheint: Vergrößertsehen.

5. Die Abbildung wird ferner aufrecht, d. h. so wie es dem Reiz entspricht, gesehen, während das vermittelnde Netzhautbild (Abb. 47 2) infolge der Kreuzung der Lichtstrahlen im Auge umgekehrt ist: Aufrecht-



Abb. 47.

sehen. Aus den gleichen Gründen findet eine entsprechende Vertauschung zwischen Links und Rechts statt.

6. Der Eindruck der Abbildung wird aus dem Subjekt heraus verlegt: exzentrische Projektion.

Öffnet man das zweite Auge und fährt in der Fixation des Punktes c fort, der in die Mitte zwischen beide Augen gerückt wird, so erfährt der subjektive Eindruck keine Änderung. Daraus ergibt sich

7. das weitere Problem des Einfachsehens bei doppelter Reizung des Sehorganes.

Die Abbildung wird jetzt durch einen Körper von genau demselben Aussehen ersetzt, einem Tetraeder mit gleicher Seitenlänge, gleichmäßig beleuchteten weißen Flächen und ebensolchem Hintergrund. Da die vorspringende Kante c und die Basis $a b$ in der Ebene der Augen liegen, so erscheint $a b c$ auch weiterhin als gerade Linie. An der Wahrnehmung des Tetraeders — zunächst wieder mit einem Auge — sind folgende Umstände zu beachten:

8. Der körperliche Eindruck bei flächenhafter Beschaffenheit des Netzhautbildes. Bei zweiäugigem Sehen

9. das Fortbestehen des einfachen Eindruckes trotz tatsächlicher Verschiedenheit der Netzhautbilder, die der Tetraeder wie jeder Körper aus geometrisch-optischen Gründen bedingt (s. Abb. 47 3 und 4).

10. Der körperliche Eindruck ist bei dem Sehen mit zwei Augen deutlicher und bestimmter.

Bei dem natürlichen Sehen kommen noch dazu:

11. Die Änderungen der Linse, durch die die Schärfe des Netzhautbildes und damit der Wahrnehmung selbst bedingt ist.

12. Die Bewegungen der Iris, die mit der Pupillenweite ebenfalls die Schärfe des Netzhautbildes und außerdem seine Lichtstärke beeinflussen.

13. Die Augenbewegungen, insbesondere die Blickwanderungen, durch die aufeinander verschiedene Punkte des Gesichtsfeldes auf der Stelle des deutlichsten Sehens abgebildet werden, sowie die Konvergenzbewegungen der Augen, sie bewirken, daß immer derselbe Punkt des Raumes auf den Stellen des deutlichsten Sehens beider Augen abgebildet wird.

14. Die objektive Bewegung der Netzhautbilder bei Augenbewegungen wird nicht auf eine Bewegung der Körper bezogen. Bei bewegtem Auge bleiben die Sehdinge unverändert an ihrer Stelle im optischen Raum: Konstanz der Lokalisation.

Bemerkt sei, daß eine Reihe dieser Fragen auch für die Lehre vom Tastraum zutrifft.

2. Zur Theorie der Raumanschauung.

Eine Theorie der Raumanschauung sieht sich vor zwei eng miteinander zusammenhängende Fragen gestellt: die eine betrifft die Entstehung, die andere das Wesen des subjektiven Raumbildes. Bei dem ersten Problem bestehen zwei verschiedene Lösungsmöglichkeiten: man kann die Raumanschauung als etwas Einheitliches, ursprünglich Gegebenes auffassen (Nativismus) oder darin ein Zusammengesetztes sehen, das sich aus einfacheren Vorgängen im Laufe des individuellen Lebens entwickelt hat (Empirismus).

Eine Bestimmung des Wesens der Raumanschauung läuft auf die Einordnung in eine Klasse von Bewußtseinsvorgängen hinaus, sei es als eigener Vorgang, sei es als Merkmal davon. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Rolle, die dem Empfindungsmäßigen zugesprochen wird: die Raumanschauung als Empfindungsmerkmal bzw. -art oder -komplex.

Dieser letzte Gesichtspunkt macht sich insbesondere auch bei der Theorie des Gestalt- und Bewegungsschens geltend (s. § 8 IX).

II. Versuche zur Ortsauffassung von Gesichtseindrücken.

1. Punktschwanken.

In einem verdunkelten Raume wird ein ruhender leuchtender Punkt von geringer Lichtstärke fortgesetzt fixiert unter Vermeidung von Kopf- und Augenbewegungen. Alsbald scheint sich der Punkt zu bewegen in einem Ausmaß, das abzuschätzen ist und in Graden ausgedrückt werden kann. Die Erscheinung verschwindet bei Kopf- und Augenbewegungen, die zweifellos mehr die Ursachen sein können. Es handelt sich vielmehr um eine Unvollkommenheit der Ortsauffassung. Der Versuch gelingt auch an einer weißen Wand, auf der ein schwarzer Punkt angebracht ist. Ebenso kann man die Erscheinung an Sternen beobachten, die tief am Horizont stehen (Sternschwanken).

2. Das Gesetz von den identischen Sehrichtungen.

Auf einem Karton (K) (Abb. 48) ist ein Schornstein (S) und eine Pappel (P) abgebildet: der Abstand der Bilder beträgt ungefähr 15 cm. Vor diesen Karton wird eine Glasscheibe (G) gehalten, auf deren Mitte ein Fixationspunkt (F) angebracht ist. Die Abstände sind so zu wählen, daß Schornstein, Fixationsmarke und rechtes Auge einerseits und Pappel, Marke wie linkes Auge andererseits in eine gerade Linie zu liegen kommen (Abb. 48). Dies ist der Fall, wenn man abwechselnd die Augen schließt und dann den Fixationspunkt entweder mit dem einen oder dem anderen Bilde zusammenfallen sieht. Fixiert man jetzt die Marke mit beiden Augen, so sieht man Schornstein und Baum (SP) hinter derselben liegen, und

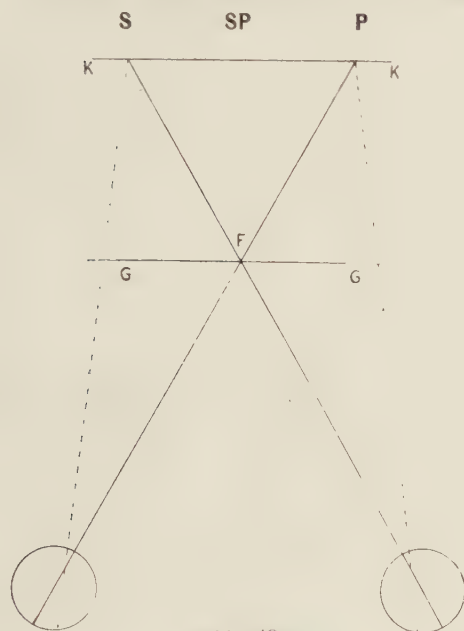


Abb. 48.

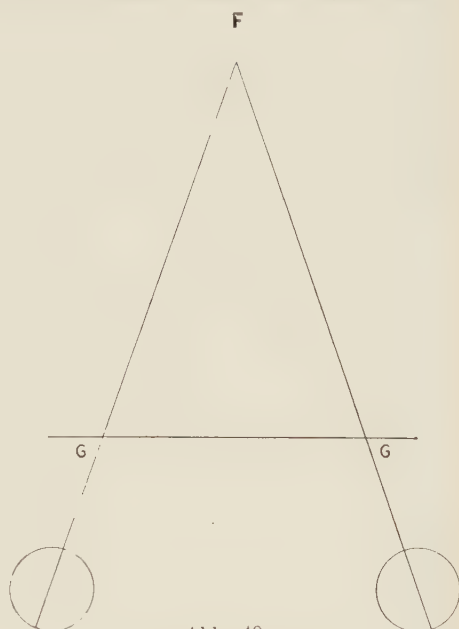


Abb. 49.

zwar gleichzeitig übereinander (rechts und links davon entstehen Doppelbilder, wie aus der Abbildung hervorgeht). — Die auffallende Projektionsrichtung kann man auch bei dem umgekehrten Versuch beobachten. Es wird ein entfernter Punkt (F) fixiert (Abb. 49) und auf der Glasscheibe die beiden Stellen markiert, die mit den Augen in derselben Linie liegen. Beobachtet man den ersten Punkt mit beiden Augen, so fallen alle drei zusammen. **Folgerungen:**

1. Die Versuche zeigen, daß bei zweiäugigem Sehen für die Projektion der Netzhautbilder nach außen nicht die Richtungsstrahlen maßgebend sind, wie die Projektionstheorie annimmt, wenigstens nicht ausnahmslos,

2. sondern die Gegenstände, die sich auf korrespondierenden Netzhautstellen abbilden, werden in derselben Richtung gesehen. Der Ausgangspunkt der Sehrichtungen für beide Augen ist identisch, er liegt

zwischen denselben. Die Sehrichtungen verhalten sich so, als ob wir nur mit einem Auge sähen, das seine Lage an der Nasenwurzel haben müßte (Zyklopenauge). Dies gilt allerdings nur für symmetrische Konvergenzstellung der Augen, so wie sie in den Abb. 48 und 49 dargestellt ist. Für alle asymmetrischen Konvergenzen wird in steigendem Maße der Schraum des Auges maßgebend, nach dessen Seite der Blick abgelenkt ist.

3. Sofern die Versuchsanordnung für die identischen Sehrichtungen zur Deckung zweier binokular gesehener Bilder führt, stellt sie zugleich eine Vorrichtung für Stereoskopie dar, und zwar eine besonders einfache (vgl. § 8 IV).

III. Doppelbilder.

Man bringt zwei dünne, senkrecht gehaltene Stäbchen von ungleicher Farbe in verschiedene Abstände von den Augen (etwa 20 und 40 cm): entsprechend der Abb. 50. Bei zweiäugiger Fixation des entfernteren erscheint das nähere doppelt. Schließt man das linke Auge, so verschwindet das rechte Bild und umgekehrt: Es handelt sich um gekreuzte Doppelbilder. Ungekreuzte Doppelbilder erhält man bei Fixation des näheren Stäbchens. Siehe Abb. 50: der erste Fall wird durch den Strahlengang von c und a dargestellt, während für den zweiten c und b gelten. Die Zeichnung veranschaulicht den Strahlengang



Abb. 50.

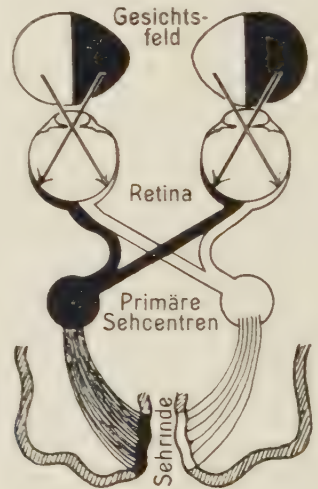


Abb. 51.

c = fixiertes Stäbchen.

b = entferntes Stäbchen, b' b'' zugehörige Doppelbilder, β β' entsprechende Netzhautpunkte.

a = nahes Stäbchen, a' a'' zugehörige Doppelbilder, α α' zugehörige Netzhautstellen.

bei dem Sehen der Stäbchen und zugleich die Projektionsrichtungen. Beides fällt zusammen bis auf die Strecken a a' , die nicht für den Strahlen gang in Betracht kommen. Man erkennt an Hand der Abbildung, daß das Doppelsehen durch die Art der Projektion bedingt ist: auch a und b würden einfach gesehen, wenn die zugehörigen Empfindungen von a nicht über den Reiz hinaus- und die von b nicht davor verlegt würden. Man vergleiche daraufhin die scheinbaren Entfernungen der Stäbchen, wenn sie unter Änderung der Fixation abwechselnd einfach und doppelt erscheinen.

Allgemein besteht die Neigung, Empfindungen nach der Fixations- oder Kernebene hin zu verlegen. Diese Tatsache wird durch die Lage von a' a' b' b' zu Punkt c zum Ausdruck gebracht.

Folgerungen: Das Einfachsehen des Doppelauges ist nicht unbedingt: nur bestimmte Stellen der beiden Netzhäute ergeben bei gleichartiger Reizung einen einfachen Eindruck: die „korrespondierenden Netzhautpunkte“, auch identische oder Deckpunkte genannt. Die Lage der identischen Punkte auf den beiden Netzhäuten wird durch die schematische Regel bestimmt, die geradeaus gerichtete, also parallele Blickrichtungen voraussetzt: wenn die Retina des einen Auges durch eine Parallelverschiebung so auf die andere gelegt würde, daß die Netzhautgruben sich deckten, dann würden alle korrespondierenden Stellen aufeinander liegen. Danach sind insbesondere die Stellen des deutlichsten Sehens, also die Netzhautgruben, Deckpunkte; ferner entsprechen sich die linken und die rechten Netzhauthälften (vgl. die Abbildungen). Schneiden sich die Blickrichtungen, wie bei den Doppelbilderversuchen, so bedarf es neben der Parallelverschiebung noch einer Drehung um den Augenmittelpunkt, um die betreffende Deckung der Netzhäute zu bewirken. Die Anwendung der Regel bei Abb. 50 ergibt sofort, daß in beiden Fällen die Voraussetzungen für das Einfachsehen nicht erfüllt sind. Bei gekreuzten Doppelbildern liegen die Netzhautbilder innerhalb, bei ungekreuzten außerhalb der Netzhautgruben. — Daß gerade die Punkte bestimmter Netzhauthälften einfache Bilder liefern, wird durch die besonderen Verhältnisse der Sehnervenbahnen verständlich: Infolge der halbseitigen Sehnervenkreuzung sind diese Hälften mit derselben Stelle der Großhirnrinde verbunden (Abb. 51). Der subjektiven entspricht eine objektive, anatomische Einheit.

Mit Rücksicht darauf, daß es sich nicht um Punkte im strengen Sinne des Wortes handelt, sondern um kleine Kreise, spricht man von Empfindungskreisen (vgl. hierzu den stereoskopischen Versuch, § 8 IV). Die Gesamtheit derjenigen Punkte des Gesichtsfeldes, die bei einer gegebenen Augenstellung auf korrespondierende Punkte fallen, heißt Horopter (mathematisch genommen ein kompliziertes geometrisches Gebilde). Nicht-identische Punkte, mit denen doppelt gesehen wird, nennt man disparat; $\alpha\alpha'$ und $\beta\beta'$ z. B. sind disparate Punkte. Die Disparation selbst kann größer oder kleiner sein.

[Vgl. hierzu den Versuch des Aristoteles § 8 VIII 4.]

IV. Das Tiefensehen.

1. Das zweiäugige Tiefensehen und das Stereoskop.

Es handelt sich um die Korrespondenz der Netzhäute beim Sehen von Körpern. Man denke sich wieder das oben als Sehobjekt benutzte Dreieck körperlich, als Tetraeder mit der vorspringenden Kante a , also mit der Basis abc (Abb. 52). Aus geometrisch-optischen Gründen können die beiden Netzhautbilder diesem nicht gleich sein wie bei der ebenen Abbildung, sondern sie sind in wagerechter Richtung gegeneinander verzeichnet, weil die der betreffenden Netzhaut zugewandte Tetraederfläche gegenüber der zugewandten verkürzt erscheint (Abb. 47 und 52). Ein Gleiches drückt der in Abb. 52 dargestellte Strahlengang aus; dabei sieht man, daß die entsprechenden Bildpunkte sich bei korrespondierender Überlagerung nicht mehr decken. Fallen x und x' zusammen, so fällt b über d' hinaus, während a zwischen e und e' zu liegen kommt. Die damit feststehende Disparation ist freilich nicht bedeutend. Die Verlagerung der Bildpunkte gegeneinander ist nicht annähernd so groß wie bei den Doppelbildern (s. Abb. 50); sie vollzieht sich von allem innerhalb korrespondierender Netzhauthälften. Es fallen auch keineswegs alle Bildpunkte auf

disparate Stellen, im angeführten Falle z. B. die Mittellinie bei c nicht, da sie von beiden Augen fixiert wird, man kann demnach sagen, daß das Körperlichsehen bezl. der Korrespondenz der Netzhäute eine Mittelstellung einnimmt zwischen dem Einfachsehen, dem Sehen mit Deckpunkten, und dem Doppelsehen, dem Sehen mit disparaten Stellen.

Die Disparation beim Sehen von Körpern läßt sich noch näher bestimmen, wenn man bedenkt, daß sie infolge der wagerechten Augenstellung stets nur in horizontaler Richtung und nicht etwa vertikal erfolgt. Die

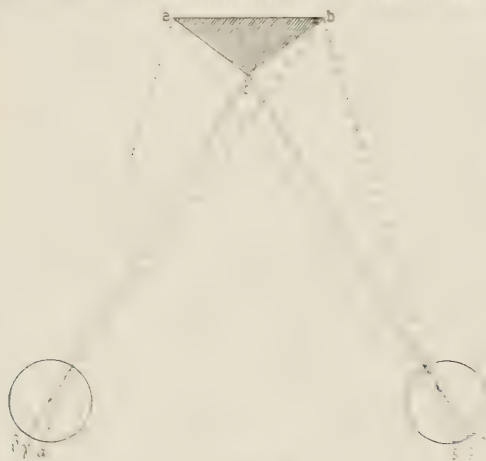


Abb. 52.

Bilder der Grundlinie abc des Tetraeders fallen demnach, mit Ausnahme der Enden, auf korrespondierende Netzhautstellen. Diesen Verhältnissen trägt man dadurch Rechnung, daß man beim binokularen körperlichen Sehen nicht von einer Disparation im allgemeinen, sondern von der Querdisparation spricht und damit die Grundbedingung dieser Art von Tiefenwahrnehmung bezeichnet.

Die Verschiedenheit der Netzhautbilder bei zweiäugigem, körperlichem Sehen läßt sich leicht nach Art und Größe mit Hilfe eines glatten Ringes beobachten, den man in verschiedenen Stellungen und Abständen vom Auge betrachtet. Bei wagerechter Lage (Abb. 53a) in der Höhe und Mitte der Augen erscheint nur die Vorderseite des Ringes; sie verdeckt

die hintere Rundung völlig, d. h. eine Höhendisparation findet nicht statt. Das Bild ändert sich sofort bei senkrechter Stellung des Ringes (Abb. 53 b): Man erblickt nun seine innere Rückseite, die infolge der jetzt stattfindenden Querdisparation breiter als die Vorderseite erscheint. Die Erscheinung wird besonders auffällig, wenn man den Ring zunächst möglichst weit vom Auge abhält und dann allmählich annähert: In dem Maße, wie die Querdisparation zunimmt, verbreitert sich auch scheinbar die Rückseite des Ringes, bis sie sich schließlich spaltet. Jedes Auge erhält dann ein gesondertes Bild von ihr (Doppelbild). Bei abwechselndem Schließen des linken bzw. rechten Auges sieht man jeweils das auf gleicher Seite erscheinende Doppelbild verschwinden: Die Verschiedenheit der beiden Netzhautbilder wird dabei augenscheinlich.

Das Stereoskop ist eine Vorrichtung, durch die zwei Bilder optisch zur Deckung gebracht werden, die den Netzhautbildern eines wirklichen Gegenstandes entsprechen, d. h. in horizontaler Richtung gegeneinander verzeichnet sind: s. Abb. 54 *PP* Prismen, *BB₁* stereoskopische Bilder, *S* Sammelbild. Das Stereoskop stellt den experimentellen Beweis dar für die Rolle der Querdisparation beim Tiefensehen. Mit seiner Hilfe lassen sich daher auch die Erscheinungen des binokularen Tiefensehens näher untersuchen. Dies geschieht an der Hand von 19 Stereogrammen (von Hartwig, s. Quellennachweise). Zur Erläuterung von einzelnen Stereogrammen sei bemerkt:

1. Deckung zweier identischer Bilder (konzentrischer Kreise) auf optischem Wege: Einfachsehen, bewirkt durch den Strahlengang des Stereoskopes.

2. Dieselbe kommt auch dann zustande, wenn die beiden Abbildungen nicht genau kongruent sind (die Abstände der konzentrischen Kreise sind verschieden). Vgl. hierzu S. 109 über Empfindungskreise. — Im Anschlusse daran überzeugt man sich von der Inkongruenz der Netzhäute. Von dem Mittelpunkt der linken Seite eines stereoskopischen Gesichtsfeldschemas wird eine Senkrechte nach unten gezogen, eine entsprechende nach oben auf der entgegengesetzten Seite. Bei stereoskopischer Vereinigung müßte man eine durchgehende Senkrechte, die das Gesichtsfeld halbiert, als Erfolg erwarten. Die subjektive Wirkung ist indessen eine andere infolge der erwähnten Inkongruenz, die auf diesem Wege nachgewiesen ist. Die fragliche Erscheinung wird noch deutlicher bei Umkehrung der Bedingungen: links obere, rechts untere Hälfte der Senkrechten (zweiter Versuch).

3. Die Querdisparation der Bilder bedingt einen Tiefeneindruck: d. h. die Bilder haben die eigentümliche Beschaffenheit von Netzhautbildern körperlicher Gegenstände.

4. Die Richtung des Tiefeneindruckes hängt von der Art der Querdisparation ab. Die Stereogramme 3 und 4 sind sog. umkehrbare Bilder.

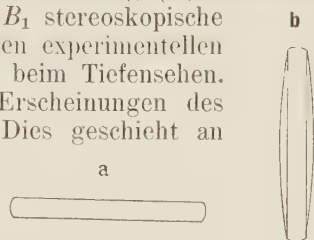


Abb. 53.

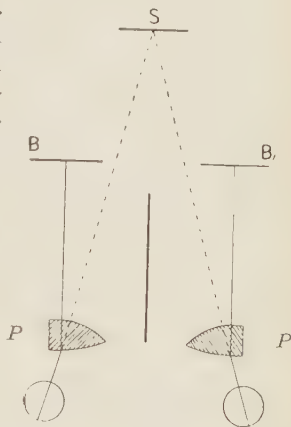


Abb. 54.

5., 6. Praktische Anwendungen des Stereoskopes. Buchstaben und Linien treten aus der Ebene heraus infolge einer unbeabsichtigten Disparation, die durch die Unvollkommenheit der Herstellung bedingt ist.

7. Der stereoskopische Charakter (die Disparation) der beiden Photographien ist in der Weise erzeugt, daß das Objekt zweimal von verschiedenen Stellungen aus aufgenommen ist, die den Augenstellungen analog zu denken sind: unter starker Vergrößerung des natürlichen Augenabstandes, der etwa 7 cm beträgt.

8. Dasselbe Prinzip bei einer Röntgenaufnahme verwandt.

9. Stereoskopische Glanzerscheinung.

Man vereinigt ferner stereoskopisch eine rote und eine grüne Fläche sowie zwei Freimarken mit denselben Farben und sonst gleichem Aufdruck. Es zeigen sich die Erscheinungen der binokularen Farbmischung, die auch mit anderen Ausgangsfarben durchgeführt werden kann (vgl. § 6 II).

10. Künstliche Durchsichtigkeit, wie sie für technische Zwecke benutzt wird.

11. Das Stereoskop zwingt zur Konvergenz: es wird daher bei Schielenden zu therapeutischen Zwecken verwandt.

12. Wirkung des verschiedenen großen künstlichen Augenabstandes bei der Aufnahme. Mit der künstlichen Disparation nimmt der Tiefeneindruck zu, wie an drei Bildern zu erkennen ist.

13. Sogenannte telestereoskopische Aufnahme, d. h. Erzeugung körperlicher Eindrücke auf große Entfernung (künstlicher Augenabstand = 10 m).

14. Anwendung der Telestereoskopie auf Landschaften.

15. Mondaufnahme derselben Art.

16. Saturnaufnahme (1,73 Millionen Kilometer Augenabstand): erreicht durch Zuhilfenahme der Erdbewegung: die Aufnahmen sind zu verschiedenen Zeiten gemacht.

17. Anwendung der Stereoskopie auf mikroskopische Gegenstände.

18. Stereoskopische Meßskala für Entfernungsmessungen.

19. Beispiel dafür.

Eigenartige Erscheinungen ergeben sich bei Vertauschung der linken und rechten Stereoskopbilder. Insbesondere sind die dabei auftretenden individuellen Unterschiede wichtig. (Vgl. die Stereogramme in der unten angeführten Monographie Jaensch's.)

2. Das einäugige Tiefensehen.

Die folgenden Versuche zeigen zunächst die Mängel der einäugigen Tiefenwahrnehmung, wie sie nach den stereoskopischen Beobachtungen zu erwarten sind (Versuch 1 und 2). Andererseits geht aus ihnen hervor, daß das Körperlichsehen nicht ausschließlich durch das zweiäugige Sehen und die Querdisparation bedingt ist. Es gibt vielmehr auch andere Faktoren der Tiefenwahrnehmung, wie Versuch 3 und 4 lehrt.

1. Der Visitenkartenversuch: Der Beobachter fixiert mit einem Auge eine geknickte Visitenkarte (Abb. 55), die mit der vorspringenden Kante ihm zugekehrt ist. Es macht sich alsbald eine auffallende Änderung in dem räumlichen Eindruck geltend, die bei zweiäugigem Sehen nicht

auftritt. Auch die Erscheinungsweise der Farben ändert sich in eigentümlicher Form: Die Oberflächenfarben gehen über in Flächenfarben.

[Vgl. § 7 II.]

2. Der Fallversuch: Ein viereckiges Holzgestell mit offenen Seiten, dessen obere Wand mit Löchern versehen ist, wird mit der Öffnung und dem Tubus so vor den Beobachter gestellt, daß nur der weiße Knopf auf schwarzem Hintergrund im Innern sichtbar ist (Abb. 56). Die Vp hat zu beurteilen, ob die Kügelchen, die einzeln durch die Öffnung geworfen werden, vor oder hinter dem Knopf herunterfallen. Es ist darauf zu achten, daß die Vp nicht aus der Handstellung des Versuchsleiters

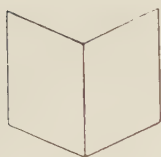


Abb. 55.

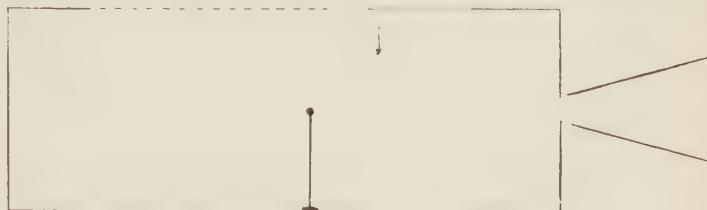


Abb. 56.

Schlüsse ziehen kann. Man läßt erst binokular, dann monokular beobachten und bestimmt die Größe der Täuschung, die im letzteren Falle auftritt.

3. Der Verant: Eine mit einem Auge durch die Verantlinse betrachtete Photographie ruft einen körperlichen Eindruck hervor, der sich subjektiv nicht von dem bekannten stereoskopischen Eindruck unterscheidet. Der Doppelverant dient zur Verstärkung des Tiefeneindrucks. An Stelle der Linse kann auch ein entsprechender Hohlspiegel treten.

Die Wirkung der Verantlinse auf den Strahlengang besteht darin, daß der Beschauer die Gegenstände der Photographie unter der Perspektive erblickt, die er hätte, wenn er sie in Wirklichkeit vom Standorte des photographischen Apparates bei der Aufnahme betrachtete. Die Aufnahmen selbst sind mit Objektiven von zu kurzer Brennweite gemacht, d. h. die Perspektive der Bilder ist übertrieben. Auch die Licht- und Schattenverteilung spielt eine Rolle.

4. Einäugiges stroboskopisches Tiefensehen: Gewisse stroboskopische Bilder (s. Quellennachweise) zeigen ein deutlich körperliches Aussehen, auch wenn sie nur mit einem Auge im Stroboskop betrachtet werden. Es handelt sich um geometrische Figuren, die körperlich aufgefaßt werden können, z. B. um eine von oben gesehene abgestumpfte Pyramide, deren Spitze bei den einzelnen Bildern verlagert ist und demgemäß, im Stroboskop gesehen, hin und her zu schwanken scheint. Die Zeichnungen sind nicht perspektivisch, dazu ohne Licht- und Schattenverteilung.

3. Erfahrungsmotive des Tiefensehens.

Abb. 57—59 rufen unmittelbar einen räumlichen, körperhaften Eindruck hervor, trotzdem sie alles vermissen lassen, was sonst die Entstehung solcher Eindrücke bedingt: die Querdisparation, die Verteilung von Licht und Schatten, die perspektivische Verzeichnung oder die Zuhilfenahme

von Bewegungserscheinungen. Als Ursache des Tiefeneindrucks bei diesen Zeichnungen ist der allen gemeinsame Umstand anzusehen, daß sie die Umrisse von bekannten, häufig wahrgenommenen Körpern darstellen, als welche sie auch sofort wiedererkannt bzw. gedeutet werden (s. besonders das Treppenmotiv). Die Wahrnehmung der Konturen ist so fest mit derjenigen der zugehörigen Tiefeneindrücke verknüpft, daß die erstere fast zwangsmäßig die letztere reproduziert, ein Beweis, daß die Tiefenauffassung durch vorangegangene Wahrnehmungen beeinflusst und mitbedingt wird. Bemerkenswert ist im übrigen, daß sich Raumwahrnehmungen, die ausschließlich durch solche empirischen Motive hervorgerufen werden, von

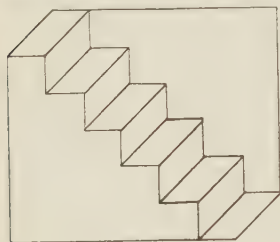


Abb. 57.



Abb. 58.

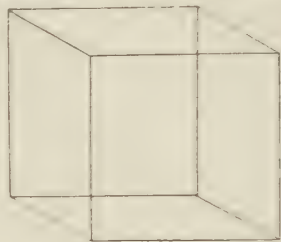


Abb. 59.

den oben erwähnten durch den Mangel an Eindeutigkeit unterscheiden: das Treppenmotiv kann in doppelter Weise gesehen werden, je nachdem man eine Kante als vorspringend oder zurücktretend auffaßt. Auch der Necker'sche Würfel läßt, ebenso wie die Pyramide, zwei verschiedene Deutungen zu (vgl. auch Abb. 55). — Es fragt sich, inwieweit die Blickrichtung und -bewegung, die Beachtung einzelner Figurenteile und die Bereitschaft räumlicher Vorstellungen für den Ausfall des körperlichen Eindruckes im einen oder anderen Sinne bestimmend sind.

[Vgl. § 7 II₄ und § 7 III₁, ferner § 8 VII und IX.]

V. Die Sehschärfe.

Mit dem Begriff Sehschärfe bezeichnet man eine Reihe verwandter, aber nicht identischer Leistungen des optischen Raumsinnes, die in der Genauigkeit der optischen Wahrnehmung flächenhafter Eindrücke d. h. in der Erkennung von sog. Schzeichen bestehen. Der kleinste Gesichtswinkel, unter dem diese Leistung noch möglich ist, dient als Maß für die Sehschärfe. Ihre Hauptarten sind:

1. Das optische Auflösungsvermögen, bei dem es sich um die Unterscheidbarkeit zweier Punkte handelt. Es entspricht der Raumschwelle im Gebiete des Tastsinnes (vgl. § 3 VI) und dient als Ausgangspunkt und Grundlage für die Sehschärfestimmungen. Bei normaler Sehschärfe beträgt der Gesichtswinkel hierfür etwas weniger als eine Minute.

2. Die Feinheit des optischen Raumsinnes wird gemessen durch die Empfindlichkeit für Lageverschiedenheiten. Als solche dienen für die Untersuchung die Parallelverschiebungen zweier aneinanderstoßender Linien, wie sie bei Noniusmaßstäben vorkommen (Noniussehschärfe).

Eine weitere Art von Sehschärfe, und zwar die praktisch wichtigste stellt die Erkennbarkeit von Gestalten (Zahlen und Buchstaben) dar. — Daß es sich in den genannten Fällen um verschiedene Leistungen handelt, zeigen die quantitativen Unterschiede, die ihre Prüfung ergibt.

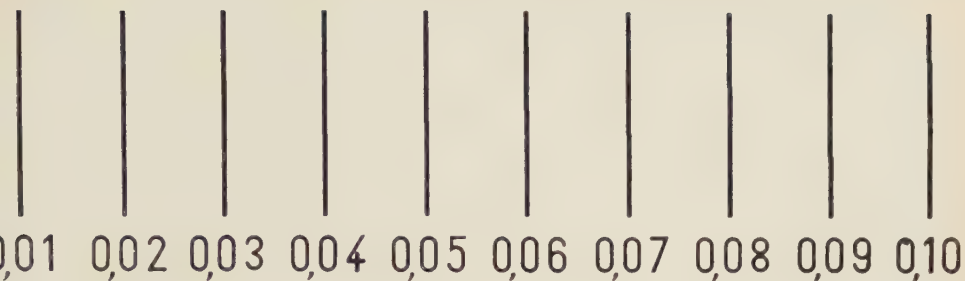
Die Sehschärfe ist für drei verschiedene Formen zu bestimmen. Abgesehen von der Noniusmethode werden noch die auf S. 116 abgebildeten internationalen Sehproben verwandt. Sie bestehen aus Zahlen und aus Landolt'schen Ringen, welche letztere für das optische Auflösungsvermögen in Betracht kommen. Die Größenunterschiede der Sehzeichen (gegenüber den für die Praxis bestimmten Originalen auf ein Drittel verkleinert) sind so gewählt, daß sie eine arithmetische Reihe bilden. Die Dezimalen der ersten Vertikalreihe beziehen sich auf die Größe der Sehschärfe; 1 = Normalsehschärfe bei dem Abstand von 5 m, ursprüngliche Größe der Zeichen vorausgesetzt. Mit Rücksicht auf ihre Verkleinerung ist bei den Versuchen der Abstand des Auges von der Tafel auf 1,70 m zu verringern. Es wird der kleinste Ring und die kleinste Zahl festgestellt, die unter diesen Umständen noch erkannt werden; Voraussetzung ist eine gute, d. h. mittelstarke Beleuchtung und Behebung etwaiger Fehler des dioptrischen Apparates durch passende Brillengläser (Mittelwert an mehreren Bestimmungen, die von entgegengesetzten Ausgangspunkten gewonnen sind).

Bei den Zahlen kann die Bekanntheit oder leichte Erlernbarkeit zur Fehlerquelle werden, die durch Hinzunahme weiterer Sehproben ausgeschaltet wird. Die Landolt'schen Ringe — in der Praxis bei Alphabeten und Simulanten verwandt — gestatten ohne weiteres ein unwissentliches Verfahren, indem man die Lage der Sehproben ändert, die Tafel umgekehrt oder horizontal stellt usw. Die Noniusschärfe wird im Abstände von 29 cm geprüft (Tafel III). Die Verschiebungen der Linien betragen 0,01, 0,02 mm usw. Der zugehörige Gesichtswinkel ist wie für die vorherigen Sehzeichen aus Zusammenstellung 4 zu entnehmen. Es kann auch diejenige Entfernung vom Auge festgestellt werden, bei der die einzelnen Noniusverschiebungen — zumal die größeren — gerade noch erkannt werden. Der jeweilige Gesichtswinkel ist dann zu berechnen.

Theorie: Die Erklärung der Sehschärfeleistungen greift zurück auf den Bau der Netzhaut, wenn man von der durch den dioptrischen Apparat des Auges bedingten Schärfe und Genauigkeit des Netzhautbildes absieht. Die Größe eines Netzhautelementes bzw. seines Durchmessers ist maßgebend für das optische Auflösungsvermögen, insofern zwei Punkte nicht mehr unterschieden werden können, wenn ihre Bilder auf dasselbe Element fallen; sie müssen durch ein ungereiztes oder schwächer gereiztes getrennt sein (Abb. 60). Der Durchmesser der Zapfen in der Fovea beträgt im Mittel $2\ \mu$. Dem Winkel von $1'$ entspricht auf der Netzhaut eine Bogenlänge von $4,5\ \mu$ ($1\ \mu = 0,001\text{ mm}$). Der stark abweichende Wert der Noniusschärfe läßt sich auf der gleichen Grundlage verständlich machen, wie Abb. 61 zeigt: Danach ist keine räumliche Verschiedenheit von der Größenordnung eines Zapfendurchmessers nötig, um die Bedingung der Unterscheidbarkeit, die merkliche Reizung zweier verschiedener Netzhautelemente, zu erfüllen. — Bei der Erkennung von

| | | |
|-----|----|---|
| 0.1 | 17 | ○ |
| 0.2 | 40 | ○ |
| 0.3 | 71 | ○ |
| 0.4 | 47 | ○ |
| 0.5 | 11 | ○ |
| 0.6 | 10 | ○ |
| 0.7 | 40 | ○ |
| 0.8 | 74 | ○ |
| 0.9 | 11 | ○ |
| 1.0 | 17 | ○ |
| 1.5 | 41 | ○ |
| 2.0 | 40 | ○ |

Table II.



Tafel III.

Zusammenstellung 4.

| der Noniusfiguren, Augen- abstand: 29 cm | | Gesichtswinkel der Zahlen | | der Ringöffnungen |
|---|---------|------------------------------|---------|-------------------|
| | | Augenabstand: 170 cm | | |
| 0,10 mm | 1' 8,7" | 17 | 41' 25" | 10' 7" |
| 0,09 " | 1' 1,9" | 40 | 20' 15" | 4' 51" |
| 0,08 " | 55,0" | 71 | 14' | 3' 16" |
| 0,07 " | 48,1" | 47 | 10' 15" | 2' 23" |
| 0,06 " | 41,2" | 11 | 8' 30" | 1' 40" |
| 0,05 " | 34,4" | 10 | 7' 5" | 1' 14" |
| 0,04 " | 27,5" | 40 | 5' 55" | 1' 11" |
| 0,03 " | 20,6" | 74 | 5' 15" | 1' 8" |
| 0,02 " | 13,7" | 11 | 4' 45" | 1' 8" |
| 0,01 " | 6,8" | 17 | 4' 20" | 50" |
| | | 41 | 2' 55" | 38" |
| | | 40 | 2' 25" | 22" |



Abb. 60.

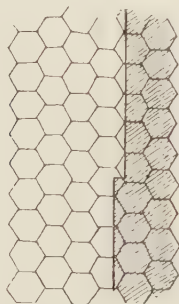


Abb. 61.



Abb. 62.

gesamten (Gestalt) handelt es sich um ein Ineinandergreifen der genannten beiden Momente.

VI. Beobachtungen zur Gestaltauffassung.

1. Der Gleichheitseindruck, den man beim Anblick der beiden Fünfecke trotz verschiedener Größe und Farbe, also trotz Verschiedenheit der Elemente hat, kann als Beispiel für ein Gestalterlebnis dienen (Abb. 63).

2. Geometrisch sind die beiden Vierecke (Abb. 64) vollkommen gleich: der Eindruck, den sie hervorrufen, ist verschieden: mathematische Gestalt und psychologische Gestalt sind nicht dasselbe.

3. Man stelle sich verschiedene Figuren vor, die man in Gedanken aus den Vierecken eines Netzes (S. 42 u. a.) zusammensetzt: Kreuze, Würfel, Linsen, krumme Vierecke usw. Die betreffenden Figuren scheinen sich aus dem Netz gewissenmaßen hervorzuhoben. Ähnlich läßt sich die Abb. 62 auf zweierlei Weise auffassen: als Pokal oder als zwei gegenüberstehende Geschlechter, von der Seite her gesehen. Es geht aus alledem



Abb. 63.



Abb. 64.

hervor, daß das Gestalterlebnis nicht in dem Umfange wie die Empfindung durch den Reiz bedingt wird, daß vielmehr andere, zentrale Faktoren dabei eine Rolle spielen.

Aus den Beobachtungen lassen sich weiter zwei wesentliche Bestimmungen für die Gestaltwahrnehmung ableiten:

1. Eine Gestalt ist mehr als die Summe ihrer Bestandteile. Ihre Eigenschaften lassen sich nicht auf die der Teile zurückführen (schöpferische Synthese).

2. Die Gestalt ist insofern unabhängig von den Elementen, als die gleiche Gestalt durch ganz verschiedene Elemente dargestellt werden kann (sog. Transponierbarkeit).

Dem entspricht die Begriffsbestimmung: Gestalten sind Zustände oder Vorgänge, denen charakteristische Eigenschaften und Wirkungen aus artgemäßen Eigenschaften und Wirkungen ihrer sog. Teile nicht zusammensetzbar sind (W. Köhler).

[Vgl. hierzu § 9 VI.]

VII. Versuche zur Größenwahrnehmung.

Die Größenwahrnehmung ist eine Seite der Gestaltauffassung.

Wie Schillinge erscheinen in viel größeren Ausmessungen als sie die angehörigen Netzhautbilder besitzen. Es fragt sich, ob die scheinbare Größe von Figuren ausschließlich durch die ihrer Netzhautbilder be-

dingt ist, oder ob noch andere Umstände mitbestimmend sind. Eine Antwort ist aus den Ergebnissen der folgenden Versuche zu entnehmen:

1. Die Vp fixiert längere Zeit im Abstände von 50 cm eine kreisförmige Schirmöffnung, die, mit einer Mattglasscheibe versehen, von durchscheinendem Lichte stark erleuchtet ist. Das Nachbild wird auf eine Wand in den Abständen von 5 und 10 m geworfen und seine Größe jedesmal mittels Zirkel und Maßstab bestimmt. Die Beziehung zwischen Gegenstand, Netzhautbild und Nachbildern ist dem Durchmesser nach geometrisch und rechnerisch zu ermitteln. Das Ergebnis — eine einfache Abhängigkeitsbeziehung — stellt den Inhalt des Emmert'schen Gesetzes dar. Letzteres beansprucht insofern eine besondere Bedeutung, als es mit seiner Hilfe gelingt, die eidetischen Erscheinungen (s. § 11) unzweideutig von den Nachbildern abzusondern.

2. Man betrachtet die ausgestreckte Hand einer Person einmal aus einer Entfernung von 5 m, darauf wieder, nach rascher Annäherung bis auf 50 cm, und vergleicht nun beide Eindrücke auf ihre scheinbare Größe hin. Der Unterschied ist schätzungsweise anzugeben. Dann wird das Verhältnis der Netzhautbilder bei beiden Entfernungen berechnet und mit jener Schätzung verglichen. Es stellt sich ein auffallendes Mißverhältnis heraus, dem durch den Begriff der Gedächtnisgröße Rechnung getragen wird. Vgl. hierzu den Einfluß der Beleuchtung auf die Erscheinungsweise der Farben (§ 7).

3. Zwei stereoskopische Bilder werden

mittels eines Spiegelstereoskopes zur Deckung gebracht (Abb. 65 B, B_1 stereoskopische Bilder, R_1 , R_2 Spiegel, S Sammelbild). Zieht man die beiden Bilder gleichmäßig langsam aus dem Gestell in der Richtung auf den Beobachter zu, so wird die Konvergenz vergrößert. Zugleich erscheint die Figur als solche kleiner, während sie bei der Verschiebung der Bilder in umgekehrter Richtung für den Beschauer größer und größer wird. Der Reiz als solcher bleibt unverändert.

Der Versuch beweist einen Zusammenhang zwischen Größeneindruck und Konvergenz der Augen. Die Art der subjektiven Größenänderungen ist aus Erfahrungsmotiven zu verstehen: Nahe Gegenstände, die verhältnismäßig groß gesehen werden, bedingen eine starke Konvergenz im Gegensatz zu entfernten Objekten, die verhältnismäßig klein erscheinen. Hand in Hand mit diesen Änderungen der Konvergenz gehen solche der Größe

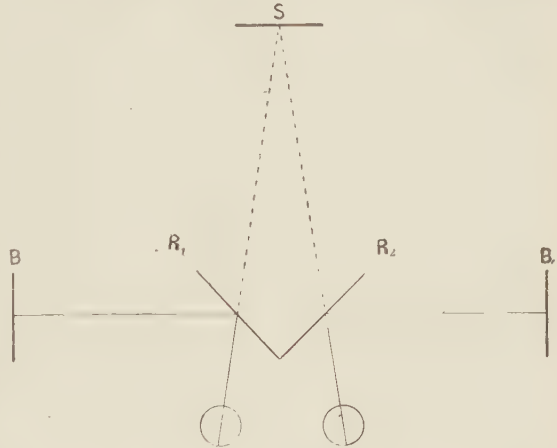


Abb. 65.

des Netzhautbildes. Letztere fehlen bei dem Versuch: damit sind die Entstehungsbedingungen für außergewöhnliche Größeneindrücke gegeben.
[Vgl. § 7 II und § 8 IV 3.]

VIII. Die geometrisch-optischen Täuschungen.

Eine räumliche Wahrnehmung stellt im allgemeinen ein verhältnismäßig treues Bild des objektiven Reizes dar. Eine Ausnahme machen in gewisser Hinsicht die sog. geometrisch-optischen Täuschungen: Es sind dies meist einfache geometrische Gebilde, deren Wahrnehmung mit auffallenden Verschätzungen bezl. der Größe von Winkeln, Flächen, Längen und Krümmungen verknüpft ist, vorwiegend in dem Sinne, daß das, was tatsächlich gleich ist, ungleich erscheint. Die Täuschungen bedeuten einen Sonderfall von Gestaltauffassung und eignen sich besonders zur experimentellen, quantitativen Untersuchung.

1. Analyse und quantitative Bestimmung der Müller-Lyer'schen Täuschung.

Die Größe der Täuschung und ihrer wichtigsten Abarten ist zu messen. Man benutzt dazu die Vorrichtung, die in Abb. 66 und 67 dargestellt ist.

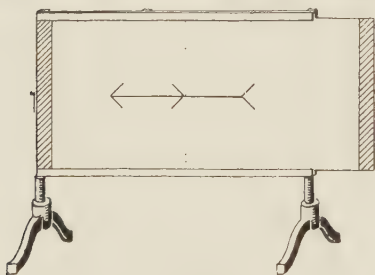


Abb. 66 (M).

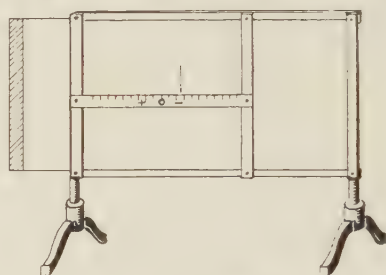


Abb. 67 (M).

Eine quadratische Pappscheibe (links) trägt die Strecke mit den beiden einspringenden Ansätzen; dicht dahinter bewegt sich in einer Schiene ein zweiter länglicher Karton, mit einer Linie und den herausspringenden Ansätzen. Das Ganze ergibt die Müller-Lyer'sche Täuschungsfigur, deren eine Strecke auf diese Weise beliebig verändert werden kann. Bei geeigneter Beleuchtung und schwach seitlicher Blickrichtung des Beobachters verschwindet die senkrechte Trennungslinie an der Kante des kleineren Kartons, so daß man eine gleichmäßig weiße Fläche vor sich hat. An der Rückseite des Gestelles befindet sich ein Maßstab. Er zeigt die jeweilige Stellung einer Marke an, die mit dem Endpunkte der umseitigen veränderlichen Linie zusammenfällt. Dadurch kann die Größe der Täuschung unmittelbar in Millimetern abgelesen werden.

Mit Hilfe dieser Vorrichtung wird zunächst an zwei einfachen Linien von den Ausmaßen der Täuschungsfiguren die Genauigkeit eines solchen Streckenvergleiches festgestellt (Mittel aus den positiven und negativen Fehlern ohne Rücksicht auf deren Vorzeichen). Die Vp hat dann für jede Abart der Täuschung (Vordruck 18) vier Beobachtungen zu machen, d. h. anzugeben, wann ihr bei Verschiebung des Blattes die beiden Strecken

gleich lang erscheinen, unbefangene Hingabe an den Eindruck vorausgesetzt. Die Entfernung des Auges von der Abbildung soll etwa 1 m betragen. Bei den nicht zu langsamen Verschiebungen geht der Vl zweimal von Stellungen aus, bei denen die zu ändernde Strecke sicher zu groß erscheint; ebenso viele Male wird der umgekehrte Ausgangspunkt gewählt (auf- und absteigendes Verfahren, vgl. § 2).

Der zweite Teil der Aufgabe besteht darin, die Bedeutung der Ergebnisse für die Erklärung der Täuschung festzustellen. Es sind verschiedene Theorien aufgestellt worden, die zum Teil periphere, zum Teil zentrale Bedingungen als Ursache betrachten.

1. Die Täuschung ist eine Folge der Überschätzung kleiner und der Unterschätzung großer Winkel, durch die eine scheinbare Verkürzung (bzw. Verlängerung) der Linien entsteht, wie aus Abb. 68 hervorgeht (Brentano).

2. Man hält die Strecken für verschieden groß, weil man bei der Abschätzung nicht nur die beiden Linien, sondern auch unwillkürlich einen Teil des zu beiden Seiten derselben abgegrenzten Raumes mit in Anschlag bringt (Müller-Lyer, Auerbach).

3. Linien repräsentieren eine Bewegung. Eine solche erscheint frei aus sich herausstrebend, wenn die Schenkel die Linie fortsetzen; angehalten, gehemmt dagegen, wenn dies nicht der Fall ist. Die aus sich herausgehende Bewegung wird hinsichtlich ihres Erfolges — der Länge des Weges — überschätzt, die gehemmte unterschätzt (Th. Lipps).

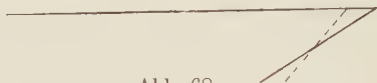


Abb. 68.









4. Unwillkürliche, erzwungene Augenbewegungen (oder der Anreiz dazu) bringen die Täuschung zustande: die auswärts gekehrten Schenkel geben ein Motiv zur Fortsetzung der Blickbewegung in gleicher Richtung, die einwärts gekehrten ein Motiv zu ihrer Hemmung, und die dort ausgedehnte, hier eingeschränkte Bewegung wird dann entsprechend räumlich gedeutet (Wundt, Delboeuf, Judd, der experimentelle Beziehungen zwischen Augenbewegungen und Täuschung festgestellt hat).

5. Ursache der Täuschung ist ein Bewegungskontrast: Die Vorstellung einer in bestimmter Richtung verlaufenden Bewegung erzeugt den Schein einer entgegengesetzten Bewegung, durch den dann eine tatsächlich ausgeführte Bewegung der Augen größer, eine gleichgerichtete kleiner erscheint. Richtet man den Blick auf die Mitte des Müller-Lyer'schen Musters, so ruft die Wahrnehmung der schrägen Ansätze die Vorstellung einer ihnen folgenden Bewegung hervor, d. h. da die Ablenkungen nach oben und unten sich aufheben, einer Bewegung in Richtung der Linie, für die die Schenkel nach einwärts gekehrt sind. Erfolgt nun eine solche Bewegung, so ist ihr Eindruck für das Bewußtsein, da sie sich nicht genügend von der vorgestellten gleichsinnigen Bewegung abhebt, abgeschwächt; eine Blickbewegung über die andere Linie dagegen, deren Schenkel nach auswärts weisen, erscheint wegen des Gegensatzes der Richtungen vielmehr verstärkt (Heymans).

6. Weil man sich bei der Ortsbestimmung einer undeutlich wahrgenommenen Figur durch den Schwerpunkt ihres Netzhautbildes bestimmen

Vordruck 18

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--|-----|--|-----|--|-----|--|-----|--|-----|--|-----|--|-----|--|
| 1. | | 2. | | 3. | | 4. | | 5. | | 6. | | 7. | | 8. | |
| Die Größe der Täuschung betrug in mm | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Summe | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mittel: | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9. | | 10. | | 11. | | 12. | | 13. | | 14. | | 15. | | 16. | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|-----|---|-----|--|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|
| 17. |  | 18. |  | 19. |  | 20. |  | 21. |  | 22. |  | 23. |  | 24. |  |
| 25. | Normalfigur Ansätze blaßrot, Linie blaßgrau | 26. | Normalfigur Ansätze blaßgrün, Linie rot | 27. | Normalfigur Kurzdauernde Dar- bietung (0,1 Sek.) | 28. | Normalfigur Feste Fixation des mittleren Punktes | 29. | Normalfigur 5-10 m Augenabstand | 30. | Normalfigur Beobachtung mit einem Auge | 31. | Normalfigur Beobachtung bei senkrechter Stellung der Figur | 32. | Normalfigur Beobachtung unter willkürlicher Abstrak- tion von d. Täuschung |

läßt, erscheinen Figuren oder Figurenteile von bestimmter Form beim indirekten Sehen verschoben. Daraus erklärt sich die Täuschung (Einhoven).

2. Das Wesen der Müller-Lyer'schen Täuschung.

Die Prüfung der einzelnen Abänderungen des Müller-Lyer'schen Musters hatte den Zweck, die Täuschungsursache, d. h. den Reiz genauer zu bestimmen. Im Anschluß daran konnten Rückschlüsse auf den zugrunde liegenden physiologischen oder psychologischen Vorgang gezogen werden. Es bleibt jetzt noch die weitere Frage nach dem Wesen der Täuschung offen. Drei Möglichkeiten lassen sich unterscheiden. Der Eindruck verschiedener Länge beider Teilstrecken kann entstehen

1. durch eine scheinbare Verschiebung des Halbierungspunktes,
2. durch eine scheinbare Verkürzung resp. Verlängerung, die an den Teilstrecken vor sich geht.

Beide Fälle schließen eine Änderung des sinnlichen Eindruckes in sich.

3. Könnte es sein, daß letzterer als solcher unverändert bleibt und nur infolge eines anderen zentralen Prozesses (einer besonderen Urteils-täuschung oder Gestaltauffassung etwa) einen veränderten Eindruck macht.

Um diese Möglichkeiten zu prüfen, beobachtet man die Strecken der Müller-Lyer'schen Figur im Augenblick des Entstehens und Verschwindens der Täuschungsmotive, d. h. der Linienansätze. Es muß sich dann zeigen, ob Erscheinungen auftreten, die eine Änderung des sinnlichen Eindruckes in sich schließen, z. B. Bewegungen des Halbierungspunktes oder der Endpunkte, oder ob die Übergänge unvermittelt sind, was für die letzte der obigen Möglichkeiten sprechen würde. Denkbar sind auch noch Mischformen zwischen beiden.

Es gibt zwei Wege, die fraglichen Versuchsbedingungen herzustellen. Der eine ist mit Abb. 70a und b gegeben und bedient sich dabei des auffallenden und durchscheinenden Lichtes. Abb. 70b stellt lediglich eine in zwei Hälften geteilte Strecke dar; zu ihr können die Linienansätze plötzlich hinzugebracht werden, wenn das Blatt senkrecht gestellt in durchscheinendem Lichte betrachtet wird; Abb. 70b wird durch die auf dieser Seite befindliche Figur zur Müller-Lyer'schen Täuschung ergänzt. Durch ein Blatt Papier, das abwechselnd hinter die Seite gehalten und wieder weggenommen wird, kann das Entstehen und Verschwinden der Täuschung beliebig oft hervorgerufen werden. Dabei ist die Geschwindigkeit, mit der dies geschieht, besonders zu beachten und, wenn möglich, planmäßig abzustufen (Kreisel und Motor mit Gleitwiderstand, dazu Scheibe mit ausgeschnittenem Sektor). — Ein zweites Verfahren bedient sich des Stereoskopes, auf dessen beiden Gesichtsfeldern je einer der beiden Teile der Müller-Lyer'schen Figur angebracht ist. Durch periodisches Abdecken des Gesichtsfeldes mit den Winkelansätzen wird derselbe Erfolg erreicht.

Es versteht sich von selbst, daß auf diese Weise nicht nur die Müller-Lyer'sche, sondern jede geometrisch-optische Täuschung untersucht werden kann. — Für die Theorie der Müller-Lyer'schen Täuschung und die der geometrisch-optischen Täuschungen überhaupt ist ein hypnotischer Versuch nicht unwesentlich: Erteilt man eine negative Suggestion derart, daß die Ansatzstücke nicht mehr vorhanden sein sollen, so

bleibt die Täuschung nach wie vor bestehen, auch wenn die Suggestion vollen Erfolg hat.

[Vgl. § 14 II.]

3. Weitere Versuche mit geometrisch-optischen Täuschungen.

In Abb. 69 wird die Entfernung aa' für kleiner geschätzt als der gleich große Abstand von Punkt c zur Linie bb' : eine Täuschung, die augenscheinlich der Müller-Lyer'schen sehr ähnlich ist. Sie eignet sich besonders zu einer selbständigen planmäßigen Untersuchung, da die Bedingungen leicht mit Hilfe von Münzen oder entsprechenden Papierstücken hergestellt und abgeändert werden können.

In Tafel IV ist eine Reihe weiterer Täuschungen zusammengestellt. In gleichem Sinne ist die Abb. 64 zu nennen

(verschiedene Größe beider Quadrate). Es handelt sich zunächst darum, den Sinn der einzelnen Muster herauszufinden. Sodann fragt es sich: Können die Täuschungen zusammen mit den vorher erwähnten aus derselben Ursache erklärt werden; wenn das nicht der Fall ist, in wie viele zusammengehörige Gruppen zerfallen sie? — Die Täuschung 4, 6 und 7

lassen sich mit derselben Vorrichtung messend verfolgen, die für die Müller-Lyer'sche Täuschung benutzt worden ist.



Abb. 69.



Abb. 70 a.

4. Täuschungen im Gebiete des Tastraumes.

1. Der Versuch des Aristoteles und seine Umkehrung: Kreuzt man zwei Finger — am besten den Mittelfinger über dem Zeigefinger — und bewegt zwischen ihnen eine kleine Kugel, so hat man den Eindruck zweier verschiedener Kugeln: eine ähnliche Erscheinung wie das Doppelsehen bei der optischen Wahrnehmung. Sie hängt damit zusammen, daß bei dem Versuch die beiden äußeren Seiten zweier benachbarter Finger gleichzeitig gereizt werden, was bei normaler Fingerhaltung nur mittels zweier verschiedener Gegenstände möglich ist. Die Erklärung des Versuches wird damit auf Erfahrungsmotive zurückgeführt, die bei der Wahrnehmung von Tasteindrücken mitspielen müssen. (Vgl. die empirischen Motive des Tiefensehens § 8 IV.)

Zugleich wird damit verständlich, daß der Versuch des Aristoteles eine Umkehrung zuläßt, inart, daß die Bewegung nicht vorwärts, sondern, aber gleichartiger Gegenstände, welche der Handbewegung des betrachtenden Finger beansprucht, den Eindruck eines einzigen Gegenstandes hervorruft. Diese Beobachtung läßt sich am besten an zwei stark gegeneinander 18 mm voneinander entfernten Fäden anstellen, die durch die 20 cm langen Finger hin und her bewegt werden (Abb. 71). Der Versuch des Aristoteles läßt sich ebenfalls mit Hilfe eines der Fäden anstellen.

2. Die Müller-Lyer'sche Täuschung: Auf die Innenseite eines Unterarmes wird ein Modell der Müller-Lyer'schen Täuschung aufgesetzt, das die Abb. 72 veranschaulicht. Es besteht aus einer länglichen Metallplatte, die die Täuschungsstrecke vorstellt, sowie aus den seitlich angebrachten umklappbaren Schenkelstücken, deren bewegliche Gewichte sich auf die gekrümmte Oberfläche des Armes einstellen. Die Strecke erscheint deutlich kleiner oder größer, je nach der Stellung der Ansatzstücke, die in zwei aufeinanderfolgenden Darbietungen umgekehrt wird: eine Tatsache, die das genaue Gegenstück zu der betreffenden geometrischoptischen Täuschung bildet und daher für ihr Verständnis von Wichtigkeit ist.

Die Überschätzung geteilter Strecken gegenüber ungeteilten läßt sich ebenfalls durch gleichmäßiges Drüberhinfahren sowie durch Abtupfen gleicher Abstände auf der Haut für den Tastsinn nachweisen.

Für die Erklärung der Täuschungen ist ihr Auftreten in zwei verschiedenen Sinnesgebieten wesentlich. Man denke an die Rolle der Augenbewegungen.

[Vgl. § 3 VI.]

IX. Das Sehen von Bewegungen.

Bei dem Sehen von Bewegungen wird zwischen wirklicher und Scheinbewegung unterschieden, je nachdem dem subjektiven Eindruck eine tatsächliche Bewegung entspricht oder nicht.

Abb. 70b. Ein Beispiel von Scheinbewegung gibt Abb. 73, mit der man kleine Kreise in der Ebene des Fingers beobachtet. Über dem entstehenden Eindruck hängt wesentlich von der Geschwindigkeit ab, mit der die Bewegung ausgeführt wird. Man überzeugt sich davon an auf- und absteigenden Verfahren. Auch die Art der Fixation ist nicht unwesentlich. Man beobachte ferner bei diesen Erscheinungen das in der Mitte befindliche Zahnrad.

Das Sehen von Bewegungen ist einmal aus peripheren Ursachen erklärt worden, wie aus dem Auf- oder Abklappen der Fingerringe in benachbarten Netzhautstellen oder aus Augenbewegungsgruppenungen. Eine andere Gruppe von Theorien greift auf zentrale Faktoren zurück, auf eine spezifische Empfindung für Veränderungen von Sinnesqualitäten, auf Geläufigkeitsvorstellungen, Aufmerksamkeitswanderungen sowie auf besondere Gestalt- und Komplexqualitäten. Die folgenden Beobachtungen an Scheinbewegungen geben Anhaltspunkte für die Brauchbarkeit beider Erklärungsgründe.



Zöllner'sche Täuschung



Täuschung von Poggendorf

3



Bourdon'sche Täuschung

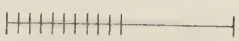
4



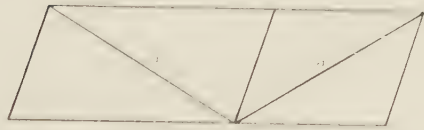
5



6



7



8

Tafel IV.

Sie werden ausgeführt mit Hilfe einer einfachen Vorrichtung, die Abb. 74 zeigt. In einem Papprahmen (ausgezogene Linie) wird ein Schieber (unterbrochen gezeichnet) an dem herausragenden Griff hin- und herbewegt. Beobachtet werden dabei Öffnungen, die in beide Scheiben eingeschnitten sind. Steht einer der gebräuchlichen Diapositiv-Wechselrahmen zur Verfügung, so wird er am besten in entsprechender Weise durch Aufkleben einer Pappscheibe auf den äußeren Rahmen und durch Einsetzen einer zweiten in den inneren hergerichtet.

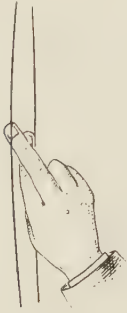


Abb. 71.

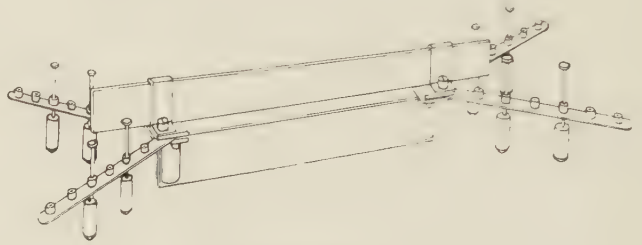


Abb. 72 (M).



Abb. 73.

1. Das Sehen von wirklicher und scheinbarer Bewegung.

Im äußeren Rahmen befinden sich die Öffnungen, die Abb. 75a zeigt, während der Schieber mit solchen von Abb. 75b versehen ist. Wirft man die Bilder der Ausschnitte mittels des Projektionsapparates an eine Wand, so ergibt die Hin- und Herbewegung des Schiebers unten die wirkliche Bewegung einer hellen Linie, während oben nacheinander erst der eine, dann der andere Spalt erhellt wird. Bei einer gewissen Geschwindigkeit der Aufeinanderfolge, die herauszufinden ist, nimmt im letzteren Falle der Eindruck des unabhängigen Nacheinander die Form einer Bewegung an, deren Ausmaß gleich der des hellen Streifens ist. Es ist festzustellen, ob sich ein Unterschied zwischen wirklicher und scheinbarer Bewegung beob-

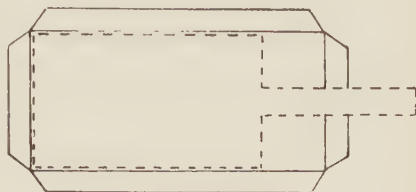


Abb. 74.



Abb. 75.

achten läßt; bei unwissentlichem Verfahren (Vertauschung von oben und unten) soll die Vp angeben, welche Bewegung die wirkliche und welche die scheinbare ist.

Die künstliche Erzeugung des Bewegungseindrucks gelingt auch dann, wenn jedes Spaltbild mit nur je einem Auge gesehen wird: ein theoretisch nicht unwesentlicher Umstand.

[Vgl. § 7 II₄ und III₁, außerdem § 8 IV₃ und § 8 VII.]

2. Versuch über die Bedeutung der Aufhellungsrichtung.

Es fragt sich, ob die Richtung, in der sich die Spalte bei Scheinbewegung erhellen, für die Richtung der letzteren maßgebend oder überhaupt von Einfluß ist.

In den seitherigen Versuchen ist diese Möglichkeit nicht ausgeschlossen, da beide Richtungen stets übereinstimmten. Zur Entscheidung der Frage werden die Versuchsbedingungen in der Weise



Abb. 76.

abgeändert, daß die Aufhellung der Spalte in der umgekehrten Richtung erfolgt, wie die Reihenfolge der Erhellungen selbst. Zu dem Zweck wird der Schieber mit der Anordnung der Spalte von Abb. 76a und b verwandt.

3. Scheinbare Bewegung und Fixationspunkt.

Man verwendet die Spaltvorrichtung für Scheinbewegung allein (Abb. 75 oben) und beobachtet die Erscheinung unter Vermeidung jeglicher Augenbewegung. Zu dem Zweck wird im Gesichtsfelde ein Fixationspunkt der Reihe nach in verschiedenen Stellungen zu den erhellten Linien angebracht. Jedesmal ist darauf zu achten, ob in dem Bewegungseindruck eine Änderung auftritt; der Punkt selbst ist mit voller Aufmerksamkeit zu betrachten. Es fragt sich, welche theoretischen Folgerungen diese Beobachtungen ergeben.

Für diesen wie für den folgenden Versuch ist eine Projektion der Spaltbilder nicht erforderlich; es genügt, den Schieber gegen eine helle Fläche (Himmel oder Wand) zu halten.

4. Der Tunnelversuch.

Gegeben sind bei den Versuchen über Scheinbewegung 1—3 zwei getrennt liegende, aufeinanderfolgende Lichtreize; es fragt sich, in was die räumlich und zeitlich dazwischenliegende Phase des subjektiven Eindruckes besteht, die entscheidend für das Zustandekommen des Bewegungseindruckes sein muß. In dieser Hinsicht ist es von besonderem Interesse, ein festes Objekt (Stäbchen) in der Mitte vor den Schlüzen oder entsprechend vor dem Projektionsschirm zugleich mit dem Bewegungseindruck zu beobachten, besonders auch festzustellen, ob irgendwelche Änderung des einen oder anderen Eindruckes (der Bewegung oder des Objektes) erfolgt.

5. Beobachtung weiterer Bewegungstäuschungen.

1. Eine 40—50 cm lange Geißler'sche Röhre (am besten mit bläulich-weißem Licht) wird in ein entsprechendes Gehäuse gesetzt, dessen eine, dem Beobachter zugewandte Seite mit einer Reihe kleiner Öffnungen versehen ist (s. Abb. 77, die auch die Schaltung schematisch darstellt). Bei

gleichzeitiger Erhellung der Fenster durch einen Öffnungsfunken kann man eine Bewegung wahrnehmen, als ob sich das Licht

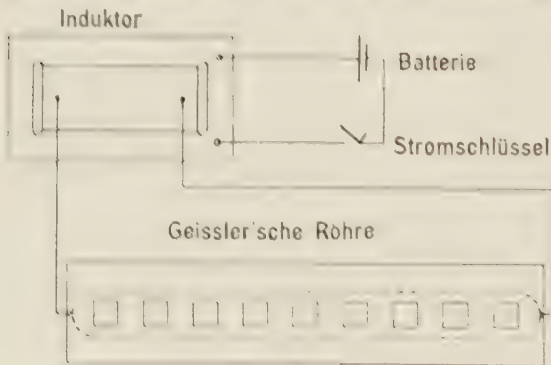


Abb. 77.



Abb. 78.

von einer Öffnung aus verbreite. Als solche kommt im allgemeinen das fixierte Fenster in Betracht. Bei einiger Übung gelingt es indessen auch, den Blick an dem einen Ende der Röhre festzuhalten, den Bewegungseindruck aber vom anderen ausgehen zu lassen, indem die Erwartung dorthin

gerichtet wird. — Erscheinungen verwandter Art kann man an der Wand beim Ein- und Ausschalten einer elektrischen Lampe beobachten; man hat den Eindruck, daß das Licht über die Flächen hin huscht.

2. Eigenartige Bewegungstäuschungen, ähnlich denen des Röhrenversuches, lassen sich mit Hilfe der in Abb. 78 veranschaulichten Scheibe herstellen. Läßt man sie hin- und hergehende Bewegungen ausführen — etwa indem man einen passenden Knopf bei a und b zwischen Daumen und Zeigefinger nimmt —, so beobachtet man je nach der Art der Einstellung ganz verschiedenartige Bewegungsvorgänge an den beiden kreisförmigen Öffnungen:

1. Man sieht sie sich gegeneinander bewegen, der tatsächlichen Drehung entsprechend.

2. Das eine Loch dreht sich um das andere, welches letzteres zu ruhen scheint. Je nach der Beachtung können die Öffnungen diese Rollen tauschen. Während sonst Bewegung an ruhenden Gegenständen wahrgenommen wird, ist hier der umgekehrte Fall gegeben.

[Vgl. hierzu § 8 IV und VI.]

6. Das negative Bewegungsnachbild.

Der Rand einer rotierenden Scheibe wird während einiger Sekunden an einer bestimmten Stelle fixiert, d. h. der Blick soll nicht mitwandern. Er wird auch unverändert festgehalten bei plötzlicher Beendigung der Bewegung. Die Wahrnehmung zeigt dann keine ruhende Scheibe, wie es der Reizlage entspräche, sondern eine neue Bewegungserscheinung. Ihre Richtung und sonstige Beschaffenheit (Dauer, Geschwindigkeit im Vergleich zur vorangegangenen) ist durch wiederholte Beobachtung zu bestimmen: negatives Bewegungsnachbild. Durch passende Abänderung der einzelnen Versuchsbedingungen (Umdrehungsgeschwindigkeit, Beobachtungsdauer, Blickrichtung) ist deren Einfluß auf die Bewegungserscheinung zu ermitteln.

Als Versuchsanordnung dient entweder das abgeschraubte Uhrwerk des Reizhebelapparates oder der Lipmann'sche Gedächtnisapparat (unter Benutzung einer rückwärtigen Achse). Bei einem Scheibendurchmesser von 5 cm soll die Umdrehungsdauer ungefähr 6 Sek. betragen. Es ergibt sich dann eine Weggeschwindigkeit des Randes von etwas mehr als 2,5 cm in der Sekunde. Diese Geschwindigkeit ist auch für den Fall herzustellen, daß die Scheibe andere Größenverhältnisse aufweist. Die erforderliche Fixation wird am besten mittels einer polierten Metallscheibe gewährleistet, die das Spiegelbild eines hinter dem Rücken der Vp aufgestellten Lichtes zeigt. Dieses ist gleichmäßig im Auge zu behalten.

[Vgl. hierzu § 6: Das negative Nachbild.]

7. Die unterschwellige Bewegungsunterbrechung.

Fällt bei einer Bewegung eine hinreichend kurze Phase aus, so entsteht keine Änderung des Bewegungseindruckes, d. h. die Unterbrechung bleibt unbemerkt. Zur quantitativen Feststellung dieses Sachverhaltes bedient man sich im Dunkelzimmer der Anordnung, die auf S. 85 beschrieben ist, nur daß hier an einer beliebigen Stelle durch einen kleinen Schirm von 1 cm Breite das Lämpchen dem Auge der Vp momentan verdeckt wird, welches letztere aus einer Entfernung von 4–5 m beobachtet. Es läßt sich durch Steigerung der Umdrehungszahl der Scheibe eine Geschwindigkeit des Lämpchens erreichen, bei der die Unterbrechung der Bewegung nicht

mehr bemerkt wird. Mit Hilfe der Stoppuhr kann die Umdrehungszahl der Scheibe bestimmt und daraufhin die Geschwindigkeit des Lämpchens sowie die Dauer der Unterbrechung berechnet werden. Da der Abstand des Beobachters bekannt ist, läßt sich die Geschwindigkeit wie die Unterbrechungsschwelle leicht im Winkelmaß ausdrücken. Man bestimmt ferner die Geschwindigkeiten für verschieden große Unterbrechungsstellen (letztere nicht über 3 cm), um die Abhängigkeitsbeziehungen zwischen beiden Größen zu ermitteln; statt der Schirmbreite kann der Abstand des Beobachters von der Anordnung verändert werden. Endlich ist der Einfluß der Bekanntheit bzw. der Unbekanntheit der Unterbrechungsstelle zu prüfen.

8. Die Bedeutung der unter-schwelligen Bewegungsunterbrechung und der Spaltbilderversuche: Stroboskop und Kinematograph.

Die Tatsache der unter-schwelligen Bewegungsunterbrechung weist einen augenscheinlichen Zusammenhang mit dem Versuch 1 auf, bei dem zwei kurzdauernde, rasch aufeinanderfolgende Lichtreize zu einem Bewegungseindruck führen: hier wie dort handelt es sich um zwei räumlich und zeitlich getrennte Lichtreize. Der Unterschied liegt in der Dauer und Ausdehnung der Reizperioden. Als notwendige Bedingung für das Zustandekommen optischer Scheinbewegungen ergibt sich danach ein geeignetes Verhältnis der Aufeinanderfolge kurzdauernder Lichtreize von verschiedenem Ortswert.

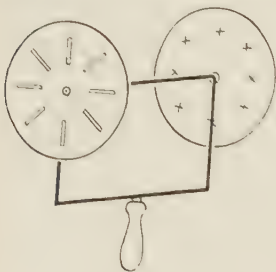


Abb. 79.

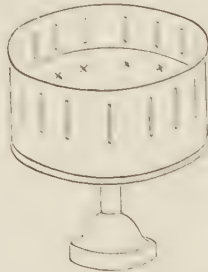


Abb. 80.

Dieser Umstand ist im Stroboskop ausgenutzt, um Bewegungseindrücke der verschiedensten Art, hauptsächlich Vorgänge und Handlungen künstlich darzustellen. Man kann das Stroboskop als eine Weiterbildung, als eine zusammengesetzte Form des Versuches mit zwei aufeinanderfolgenden kurzdauernden Lichtreizen

auffassen: zunächst tritt an die Stelle der beiden Reize eine Mehrzahl von Reizen, die sämtlich im gleichen Sukzessionsverhältnis zueinander stehen. Statt der einfachen aufrechten Spaltbilder, bei denen jeder Bildpunkt eine gleichgroße scheinbare Bewegung mitmacht, werden zusammengesetzte Gestalten genommen derart, daß die scheinbare Verlagerung sich entsprechender Bildpunkte von verschiedener Größe und Richtung sein kann.

Die einfachste stroboskopische Anordnung stellt das sog. Lebensrad dar, das zwei Scheiben besitzt (Abb. 79). Auf der einen sind die Bilder der verschiedenen Phasen einer Bewegung in entsprechender Reihenfolge radial angeordnet. Um jedes Bild der Reihe nach kurz dem Auge darbieten zu können, läßt man dasselbe durch die Spalte einer zweiten Scheibe, die auf derselben Achse befestigt ist, blicken. Die Spalte entsprechen nach Zahl und Anordnung der stroboskopischen Bilderfolge. Infolgedessen wird bei Drehung der Scheiben jedes Bild kurz für das Auge sichtbar, das nun eine zusammenhängende Bewegung wahrnimmt.

Die Spalte müssen möglichst eng sein, um die Eigenbewegung der stroboskopischen Bilder zu verdecken; letztere würde als störendes Moment die Bewegungstäuschung vernichten. Daß sie nicht bemerkt werden kann und darf, ist demnach eine Grundvoraus-

setzung für das Zustandekommen der stroboskopischen Bewegungstäuschung. An Stelle der Scheibenvorrichtung wird meist die zylindrische Form des Stroboskops benutzt, weil die Handhabung bequemer ist (Wandertrömmel, Abb. 80). Papierstreifen mit den Bewegungsbildern sind auf dem Boden an der Innenwand des Zylinders angelehnt und werden bei Drehung durch die über ihnen befindlichen Spalte betrachtet.

Man beobachtet verschiedene Bewegungsvorgänge mit dem Stroboskop und überzeugt sich zugleich von dem Einfluß verschiedener Umdrehungsgeschwindigkeiten. Es läßt sich eine untere und eine obere Geschwindigkeitsgrenze für das Zustandekommen des Bewegungseindrucks feststellen, die bei Motorantrieb des Stroboskopes der Messung zugänglich ist. Auf diese Weise kann man auch die Frage nach einem Zusammenhang mit dem Verschmelzungsvorgang näher untersuchen. Die vollkommenste Form des Stroboskopes stellt der Kinematograph dar: Infolge einer Projektionsvorrichtung gestattet er die Verwendung auch ganz großer, vielen Personen gleichzeitig zugänglicher Bilder. Die Anzahl der letzteren ist dabei nahezu unbeschränkt und ermöglicht so die Vorführung länger dauernder Bewegungen. An Stelle der Spaltvorrichtung tritt ruckweise Fortbewegung der Bilder. Außerdem hat die photographische Bildherstellung wesentlich zur Vervollkommenung des Kinematographen beigetragen.

K. Bühler, Zeitsinn und Raumsinn. Handwörterb. d. Naturw. Jena 1913.

St. Witasek, Psychologie der Raumwahrnehmung des Auges. Heidelberg 1910.

Gibt unter Beschränkung des Stoffes einen Überblick über das Gesamtgebiet.

Fr. Br. Hofmann, Die Lehre vom Raumsinn des Auges. Berlin 1920.

Die neueste und vollständigste Sonderbearbeitung. Literaturzusammenstellung.

E. Hering, Der Raumsinn und die Bewegungen des Auges. Hermann's Handb. d. Physiologie, Bd. 3, 1. Abteilung.

Eine klassische Darstellung.

W. Nagel, Handbuch der Physiologie des Menschen, Bd. 3. Braunschweig 1905.

H. v. Helmholtz, Handbuch der physiologischen Optik, Bd. 3, 3. Aufl. Hamburg — Leipzig 1909.

C. Stumpf, Über den psychologischen Ursprung der Raumvorstellung. 1876.

Die beste Bearbeitung der raumtheoretischen Fragen.

Th. Hartwig, Das Stereoskop u. s. Anwendungen. Leipzig 1907.

Geht auch auf den Verant ein und enthält die im Text vorausgesetzte Bilderreihe.

E. Jaensch, Über den Aufbau des Bewußtseins (unter besonderer Berücksichtigung der Kohärenzverhältnisse). Zeitschr. f. Psychol., Erg.-Bd. 16. Leipzig 1930.

Enthält u. a. die im Text erwähnten Stereogramme.

E. Mach, Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen. Jena 1918.

In diesem inhaltreichen Buche ist u. a. der Visitenkartenversuch beschrieben.

M. Straub, Über monokulares körperliches Sehen, nebst Beschreibung eines als monokulares Stereoskop benutzten Stroboskops. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg., Bd. 36, 1904.

E. Becher, Über umkehrbare Zeichnungen. Arch. f. d. ges. Psychol., Bd. 16, 1910.

C. Hess, Über einheitliche Bestimmung und Bezeichnung der Sehschärfe. Archiv f. Augenheilkunde, Bd. 63, 1909.

Eine kurze, dabei sehr lehrreiche Abhandlung.

K. Bühler, Die Gestaltwahrnehmungen. Stuttgart 1913.

Maßgebende Darstellung.

E. Rubin, Visuell wahrgenommene Figuren. Berlin 1921.

Die umfangreiche Untersuchung stellt eine Weiterführung der vorhergehenden dar.

W. Köhler, Die physischen Gestalten in Ruhe und im stationären Zustande. Braunschweig 1920.

Die bedeutendste theoretische Arbeit zum Gestaltproblem.

- W. Köhler, Komplextheorie und Gestalttheorie. Psychol. Forsch., Bd. 6, 1925.
- H. Ebbinghaus, Grundzüge der Psychologie, Bd. 2. Leipzig 1913.
Behandelt sehr ausführlich die geometrisch-optischen Täuschungen.
- P. Wingender, Beiträge zur Lehre von den geometrisch-optischen Täuschungen. Zeitschrift f. Psychol., Bd. 82, 1919.
Untersuchungen nach der auf S. 124 beschriebenen Methode.
- P. Schwirtz, Das Müller-Lyer'sche Paradoxon in der Hypnose. Arch. f. d. ges. Psychol., Bd. 32, 1914.
- F. Schumann, Zum Problem der scheinbaren Größe. Ber. üb. d. 6. Kongreß f. exp. Psychol., Leipzig 1914.
- O. Klemm, Sinnestäuschungen. Leipzig 1919.
Eine lehrreiche Einzelbearbeitung.
- J. R. Ewald, Die Umkehr des Versuches von Aristoteles. Zeitschr. f. Sinnesphysiol., Bd. 44, 1910.
- E. Matthaei, Das Gestaltproblem. München 1929.
Gesamtdarstellung. Bibliographie.
- Fr. Sander, Optische Täuschungen und Psychologie. Neue psychol. Stud., Bd. 1, 1926.
- G. Ipsen, Über Gestaltsauffassung (Erörterung des Sander'schen Parallelogramms. Neue psychol. Stud., Bd. 1, 1926.
Vgl. die Tafel im Text.
- G. Révész, System der optischen und taktilen Täuschungen. Kon. Akad. van wetensch. te Amsterdam. Proceedings, Bd. 32, Nr. 8, 1929.
- Fr. Sander, Experimentelle Ergebnisse der Gestaltpsychologie. Ber. üb. d. 10. Kongr. f. exp. Psychol. in Bonn. Jena 1928.
Erschöpfende Sammeldarstellung; vollständige Quellennachweise.
- H. Lehmann, Die Kinematographie, ihre Grundlagen und ihre Anwendungen. Aus Natur und Geisteswelt. Leipzig 1911.
Eine vorzügliche Darstellung der Tatsachen und Fragen, die mit dem Sehen von Bewegungen zusammenhängen.
- K. Marbe, Theorie der kinematographischen Projektionen. Leipzig 1910.
- E. Pauli, Über die Beurteilung der Zeitordnung von optischen Reizen. Archiv f. d. ges. Psychol., Bd. 21, 1911.
Enthält näheres über den Versuch mit der Geißler'schen Röhre.
- M. Wertheimer, Experimentelle Studien über das Sehen von Bewegungen. Zeitschr. f. Psychol., Bd. 61, 1912.
Die Spaltbilderversuche sind dieser Arbeit entnommen.
- P. Spiro, Stroboskopische Methoden. Handwörterb. d. Naturw. Jena 1913.
- P. Linke, Grundfragen der Wahrnehmungslehre. München 1918.
Das Sehen von Bewegungen wird u. a. eingehend behandelt.
- K. Koffka, Beiträge zur Psychologie der Gestalt, Bd. 1. Leipzig 1919.
Behandelt die hauptsächlichste Wahrnehmung von Bewegungen.
- D. Katz, Der Aufbau der Tastwelt. Zeitschr. f. Psychol., Erg.-Bd. 11, 1925.

§ 9. Die Zeitauffassung.

I. Allgemeines.

1. Vom Zeitsinn.

Sieht man von der Frage nach der Natur des Zeitsinnes (besser: der Zeitwahrnehmung) ab, die ganz ähnlich wie bei der Raumschauung liegt, und beschränkt sich auf die Untersuchung seiner Leistungen, so sind deren hauptsächlich zwei zu nennen:

1. Die Erfassung von Zeitstrecken, d. h. ihrer Dauer.

2. Die Auffassung einer zeitlichen Ordnung, die das Bewußtsein der Zeitlage von Eindrücken in sich schließt. Im Zusammenhang mit der Wahrnehmung einer Ordnung in der Zeit steht die Erfassung von Zeitgestalten, wie Takt, Rhythmus und Melodie.

2. Der Zeitsinnapparat.

Bei Anordnungen für Zeitsinnversuche wird fast ausnahmslos der sog. Zeitsinnapparat verwandt (Abb. 81). Er besteht aus einem mit Gradeinteilung versehenen Stahlkreis, der von einem Dreifuß getragen wird. Auf dem Kreis sind isolierte, verschiebbare Kontakte angebracht. Ihre Betätigung geschieht durch Zeiger, die sich um die Mitte des Kreises als Achse drehen. Die Zahl und der Bau von Zeigern und Kontakten sowie die Möglichkeit, die Umdrehungsgeschwindigkeit der ersteren und die Stellung der letzteren zu verändern, alle diese Umstände erlauben in ihrer verschiedenartigen Zusammensetzung die Herstellung beliebiger Zeitverhältnisse der mannigfachsten Reize.

Als Antriebsvorrichtung für den Zeitsinnapparat wird meist das Ludwig-Zimmermann'sche Kymographion benutzt. Sein Hauptvorteil besteht in der beliebigen Verstellbarkeit der Umdrehungsgeschwindigkeit, die durch drei verschiedene Vorrichtungen innerhalb weiter Grenzen abgestuft werden kann: Der Gang des Uhrwerkes läßt sich durch Verstellen von Übersetzungsrädern (kenntlich an schwarzen Ringen) beschleunigen bzw. verlangsamen, womit das Auswechseln verschieden starker Federn am Zentrifugalregulator Hand in Hand geht (Abb. 81). Eine Friktionsvorrichtung dient weiter zur Herstellung ganz feiner Unterschiede in der Umdrehungsgeschwindigkeit. Sie besteht aus einer abgeschliffenen kreisförmigen Metallplatte (R_1) die am Ende der Welle des Uhrwerkes sitzt; die Platte drückt gegen ein kleineres, senkrecht dazu stehendes Rad (R_2) und überträgt durch die Reibung die eigene Bewegung auf das letztere. Die Geschwindigkeit, mit der sich dieses zweite, längs seiner Achse verstellbare Rad dreht, hängt von seiner Stellung zur bewegenden Metallscheibe (R_1) ab:

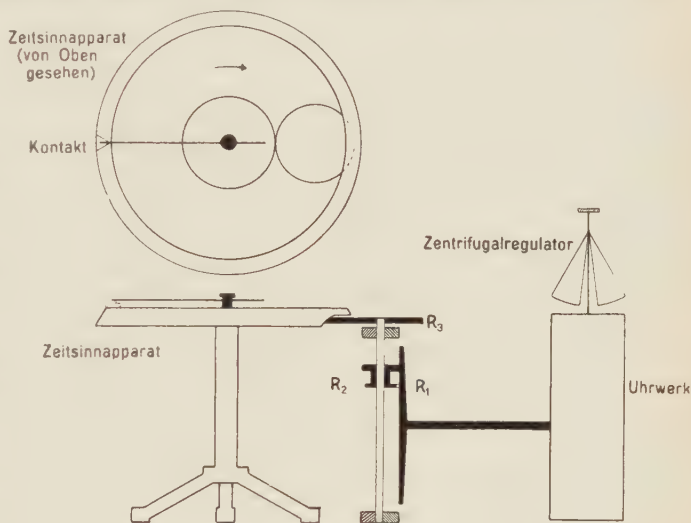


Abb. 81.

ist es der Mitte nahe, so wird sie gering und in dem Maße wachsen, in dem es nach dem äußeren Rande hinrückt. Erwähnt sei, daß eine Verstellung von R_2 nur erfolgen darf nach vorheriger Zurückziehung von R_1 , dessen Lager mittels einer Schraube an der Rückseite des Uhrwerkes gelockert werden kann. Als eigentliches Triebrad für den Zeitsinnapparat dient das Zahnrad R_3 .

Als Ersatz für das kostspielige Kymographion kann der Lipmann'sche Gedächtnisapparat (§ 11) dienen: durch ein passendes Gestell (M) in wagerechte Lage gebracht, stellt er in Verbindung mit einem Zahnradaufsatz eine ausreichende Antriebsvorrichtung für den Zeitsinnapparat dar.

II. Die Unterschiedsempfindlichkeit für ausgefüllte Zeitstrecken.

Eine Untersuchung der Unterschiedsempfindlichkeit für Zeitstrecken muß sich auf kürzere Zeiten beschränken, da sie sich allein für den unmittelbaren Vergleich eignen. Die Herstellung der betreffenden Zeitstrecken geschieht auf akustischem Wege, derart, daß ein gleichförmiger Ton während einer bestimmten Dauer gegeben wird (sog. ausgefüllte Strecken), nach

kurzer Pause derselbe von gleicher oder ähnlicher Dauer, worauf ein Urteil über das Verhältnis der Zeitlängen beider Eindrücke gefällt wird.

Zur Verwirklichung dieser Versuchsbedingungen dient die Anordnung, die in Abb. 82 schematisch dargestellt ist. In den Nebenschluß einer dauernd während elektromagnetischen Stimmgabel, die in einem anstehenden Zimmer untergebracht wird, ist ein Telefon gelegt, auf dessen Membran sich die Schwingungen der Stimmgabel übertragen. Der Stromkreis des Nebenschlusses wird mittels der Sternkontakte des Zeitsinnapparates geschlossen und nach entsprechender Zeit wieder geöffnet; während der Schließungsdauer ist der Stimmgabelton durch das Telefon vernehmbar.

Der Vorgang der Stromschließung und -öffnung im einzelnen wird klar, wenn man sich die Konstruktion der Kontakte vergegenwärtigt und ihre Einstellung bzw. Be-

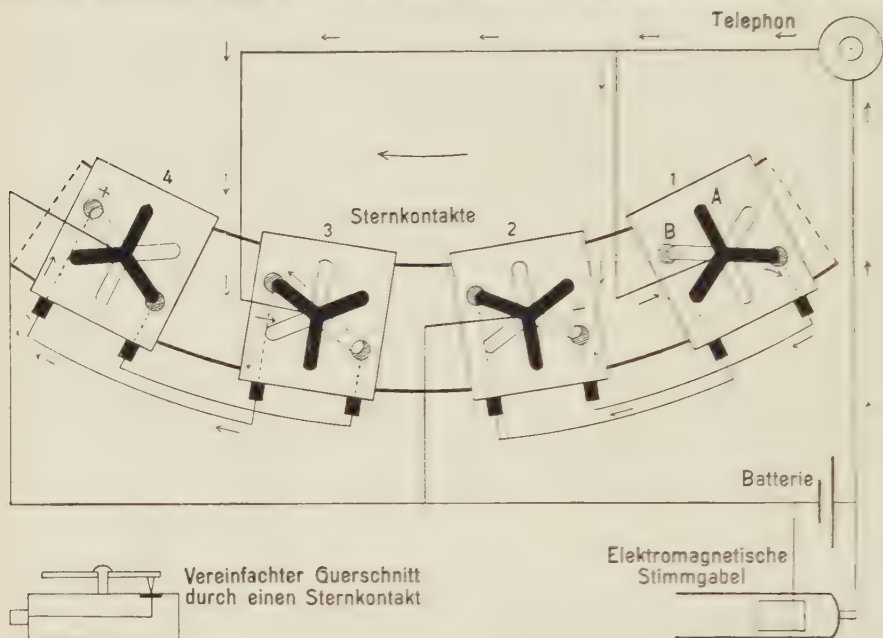


Abb. 82.

tätigung an Hand der Abbildung verfolgt. Die Einrichtung des Sternkontaktes ist ersichtlich aus dem Querschnitt und der Aufsicht, wie die Figuren sie zeigen. Er besteht aus einer Kautschukplatte mit drei Stromzuführungen; eine wird unmittelbar an den Stern, zwei davon stehen durch einen Draht (unterbrochen gezeichnet) mit je einem Metallplättchen in Verbindung, das oben in die Kautschukplatte eingelassen ist. Die beiden Metallplättchen sind einander schräg gegenüber gestellt und können durch eine sternförmige, drehbare Vorrichtung mit der erwähnten Stromzuführung in leitende Verbindung gebracht werden. Der Stern besteht aus sechs gleichen Zinken, von denen je drei (ausgezogen gezeichnet) eine Kontaktspitze nach unten besitzen, so daß sie dadurch die eingelassenen Metallplättchen berühren. Daraus wird verständlich, daß sowohl der Stromkreis von Kontakt 1 und 2 als auch der von 3 und 4 in der Abbildung geöffnet ist: die Pfeile bezeichnen die Stromrichtung, die beiden Kreuze die Unterbrechungsstellen. Diese Einstellung der Sternkontakte entspricht dem Beginn der Versuche, in dem kein Reiz erfolgt. Bei Betätigung des Zeitsinnapparates stößt ein Zeiger in der Pfeilrichtung sich drehend — der Reihe nach gegen die Sterne und bewirkt bei jedem eine Drehung von 60° mit dem Erfolg, daß da, wo ein Kontakt war, der-

Vordruck 19.

| Nr. | Normalreiz: 1 Sek. | | Normalreiz: 4 Sek. | | Normalreiz: 9 Sek. | | Urteilsverteilung für alle Vp-en (Anzahl) | | | |
|-----|------------------------------------|-------------|------------------------------------|-------------|------------------------------------|-------------|--|--|--|--|
| | Kontakt- stellung (Zeitwert) | Ur- teil | Kontakt- stellung (Zeitwert) | Ur- teil | Kontakt- stellung (Zeitwert) | Ur- teil | | | | |
| 1 | | | | | | | 0,5" | | | |
| 2 | | | | | | | 0,6 | | | |
| 3 | | | | | | | 0,7 | | | |
| 4 | | | | | | | 0,8 | | | |
| 5 | | | | | | | 0,9 | | | |
| 6 | | | | | | | 1,0 | | | |
| 7 | | | | | | | 1,1 | | | |
| 8 | | | | | | | 1,2 | | | |
| 9 | | | | | | | 1,3 | | | |
| 10 | | | | | | | 1,4 | | | |
| 11 | | | | | | | 1,5 | | | |
| 12 | | | | | | | 1,5" | | | |
| 13 | | | | | | | 2,0 | | | |
| 14 | | | | | | | 2,5 | | | |
| 15 | | | | | | | 3,0 | | | |
| 16 | | | | | | | 3,5 | | | |
| 17 | | | | | | | 4,0 | | | |
| 18 | | | | | | | 4,5 | | | |
| 19 | | | | | | | 5,0 | | | |
| 20 | | | | | | | 5,5 | | | |
| 21 | | | | | | | 6,0 | | | |
| 22 | | | | | | | 6,5 | | | |

Die Kontaktstellungen (Zeitwerte) sind vom VI vor, von der Vp nach den Versuchen auszufüllen: Bei 1 und 4 Sek. entsprechend den angegebenen Zeiten (s. Urteilsverteilung), aber ungeordnet.

Jede Reizstufe ist 2 mal zu beurteilen, beim zweiten Male in anderer (umgekehrter) Reihenfolge: je 22 Urteile = 2×11 . Das Urteil selbst wird stets auf den veränderlichen (vorangehenden) Reiz bezogen: er ist gleich dem folgenden (=, ?) oder er ist länger (+) oder kürzer (—).

Bei einem Normalreiz von 9 Sek. beträgt der Stufenabstand 1 Sek., während sich die Reizskala zwischen 4 und 14 Sek. bewegt. Eine entsprechende Zusammenstellung für die Urteilsverteilung ist entsprechend den beiden Beispielen am Seitenrande anzulegen.

selbe unterbrochen wird und umgekehrt. Kontaktspitze A rückt also in die Stellung B und schließt damit den Stromkreis, der geöffnet wird, sobald die entsprechende Verstellung von Stern 2 erfolgt. Nach einer Pause, die dadurch entsteht, daß der Zeiger des Zeitsinnapparates von Kontakt 2 zu 3 geht, wird der Strom erneut geschlossen durch Kontakt 3, um wieder durch 4 geöffnet zu werden. Mit dem relativen Abstände der Kontakte 1 und 2 sowie 3 und 4 ist die jedesmalige Dauer des Tones gegeben und damit die Möglichkeit, denselben von Versuch zu Versuch zu verändern. — Nach einer Umdrehung des Zeigers sind beide Stromkreise wieder geöffnet, um bei der folgenden von neuem geschlossen und geöffnet zu werden usw.

Durch die Versuche wird die untere und obere Unterschiedsschwelle für drei verschiedene Zeitstrecken nach der Konstanzmethode (Gezelenverfahren) auch nach der Grenzmethode festgestellt, nämlich für $1 = 1^2$ Sek., $4 = 2^2$ Sek., $9 = 3^2$ Sek., um auf diese Weise ein Urteil über die relative Unterschiedsschwelle zu gewinnen (s. Vordruck). Aus Zusammenstellung 5 sind die Einzelheiten bezl. der Einstellung der Kontakte sowie der Umdrehungsgeschwindigkeit des Zeitsinnapparates zu entnehmen, welche letztere vor Versuchsbeginn festgestellt wird. Die Größe der jeweils zu verwendenden Stufen und die Reihenfolge ihrer Darbietung geht aus dem Vordruck hervor. Die Pause zwischen zwei Reizen wird gleich einer halben Sekunde gemacht. Um die Verschiedenheit in der Zeitlage der beiden Reize als Faktor für das Urteil auszuschalten, wird jedes Paar von

Zusammenstellung 5.

| Geeignete Umdrehungsgeschwindigkeit für Versuche mit einer Reizdauer von: | Zeitwerte in Graden ausgedrückt bei | | |
|---|-------------------------------------|------------------|------------------|
| | einem Normalreiz von: | einer Stufe von: | einer Pause von: |
| 1'' : 14,4'' | 1'' : 25° | 0,1'' : 2,5° | 0,5'' : 12,5° |
| 4'' : 36,0'' | 4'' : 40° | 0,5'' : 5° | 0,5'' : 5° |
| 9'' : 36,0'' | 9'' : 90° | 1,0'' : 10° | 0,5'' : 5° |

Zeitstrecken zweimal geboten: in der ersten Reihe von Beobachtungen, so daß der veränderliche Reiz stets nachfolgt, in der zweiten so, daß er regelmäßig vorausgeht. Um Irrtümer zu vermeiden, wird das Urteil immer auf die veränderliche Zeitstrecke bezogen. Den einzelnen Beobachtungen geht ein Vorsignal voraus.

Die Versuche selbst eignen sich zu Massenversuchen. Bei optischen Reizserien tritt an die Stelle des Telephons eine elektrische Birne, während die elektromagnetische Stimmgabel fortfällt.

Die untere und die obere Unterschiedsschwelle werden nach der in § 2 angegebenen Formel berechnet, gegebenenfalls unter Vereinigung der Urteile mehrerer Vp-en.

Unterschiedsschwellen für 1 Sek.: $S_u =$ $S_o =$
 „ „ 4 „ : $S_u =$ $S_o =$
 „ „ 9 „ : $S_u =$ $S_o =$

III. Anordnung für leere Zeitstrecken.

Abb. 83 zeigt eine zweite Versuchsanordnung für die gleichen Zwecke für sog. leere Zeitstrecken. Das Prinzip besteht darin, daß Anfang und Ende jeder Strecke durch einen kurzen Schlag mittels eines Schallhammers bezeichnet wird. Da der zweite, der das Ende der ersten Strecke anzeigt, zugleich den Beginn der zweiten andeutet, so genügen drei solcher Reize unter Wegfall der Pause. — Der Schallhammer besteht

aus einem äquilibrierten Hammer, der durch elektromagnetische Anziehung zum Anschlag und durch die Federspannung am entgegengesetzten Hebelarm sofort wieder in die Ausgangsstellung zurückgebracht wird. Wird er durch eine elektrische Birne ersetzt, so lassen sich dieselben Versuche auch mit optischen Reizen durchführen: eine für die Beurteilung der Fragestellung nicht unwesentliche Abänderung.

Bei dieser wie bei der vorhergehenden Anordnung erleichtert ein Stromschlüssel und seine rechtzeitige Aus- und Einschaltung die fehlerfreie Bedienung des Apparates. Man läßt in diesem Falle während einer Versuchsreihe das Uhrwerk und den Zeiger gleichmäßig weiterlaufen und beschränkt sich darauf, den Strom zu schließen bei einer Zeigerstellung, wie sie die Abbildung zeigt: also bevor der erste Kontakt berührt wird. Gleichzeitig erhält die Vp ein vorbereitendes Zeichen („Jetzt“). Sowie der letzte Kontakt (auf der Abbildung der linke) betätigt ist, unterbricht man den Strom bis zu dem folgenden Versuche, der sich nach Verstellung des veränderlichen Kontaktes in gleicher

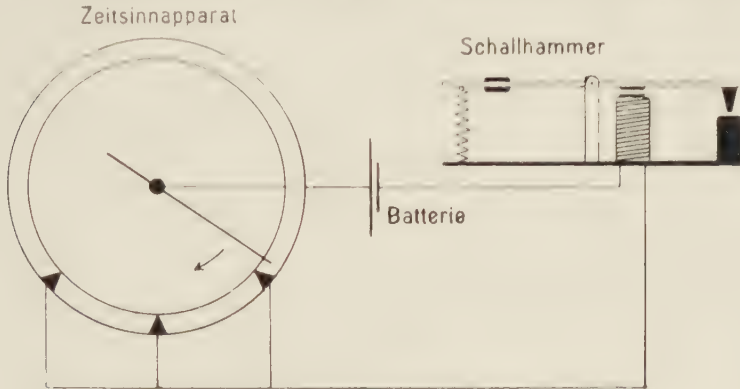


Abb. 83.

Weise abspielt. Das Kymographion geht währenddem ständig weiter und wird erst am Ende der Versuchsreihe abgestellt. Der Zeitsinnapparat wird zweckmäßig in einem Nebenzimmer untergebracht, um störende Nebenreize zu vermeiden.

Auch bei diesen Versuchen läßt man die Urteile stets auf die veränderliche Zeitstrecke beziehen (vgl. S. 137). Bei der graphischen Darstellung dient letztere als Abszisse, während die Ordinate die Anzahl der einzelnen Urteilsarten darstellt. Unter Abänderung der Bezeichnungen verwendet man Vordruck 20.

Die hier angegebene Anordnung ist zwar wesentlich einfacher als die erste, aber methodischen Bedenken ausgesetzt, da neben den zeitlichen Eindrücken auch solche rhythmischer Art das Urteil beeinflussen.

[Vgl. hierzu § 2 III und § 9 II.]

IV. Bestimmung der Zeitschwelle für kurzdauernde Lichtreize.

Unter der Zeitschwelle versteht man denjenigen zeitlichen Abstand zweier Eindrücke, der zur Erkennung ihrer Zeitordnung gerade hinreicht. Dieser Wert soll für kurzdauernde Lichtreize nach der Konstanzmethode ermittelt werden.

Es bedarf dazu einer Versuchsanordnung, durch die zwei Reize sowohl gleichzeitig wie nacheinander in geeigneten Stufen dargeboten werden können. Dazu dient die in Abb. 84 schematisch dargestellte Anordnung, die räumliche Trennung von V1 und Vp in zwei verschiedenen Zimmern vorsieht. Eine solche ist im Sinne einer un-

gestörten wie unbefangenen Beobachtung wünschenswert. Der VI bedient den Zeitsinnapparat, an dem zwei Kontakte angebracht sind. Jeder ist mit einem Osramlampe leitend verbunden und läßt es momentan aufleuchten, wenn er von einem der beiden

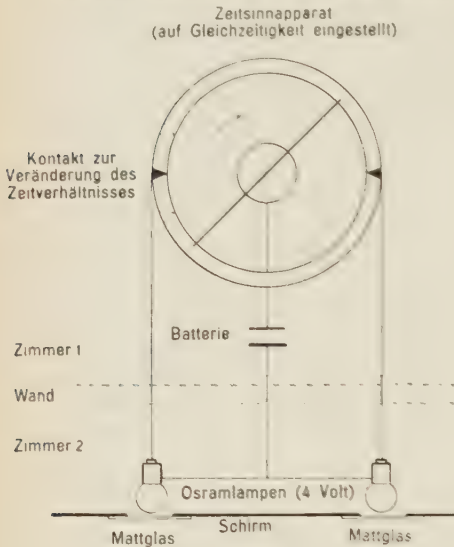
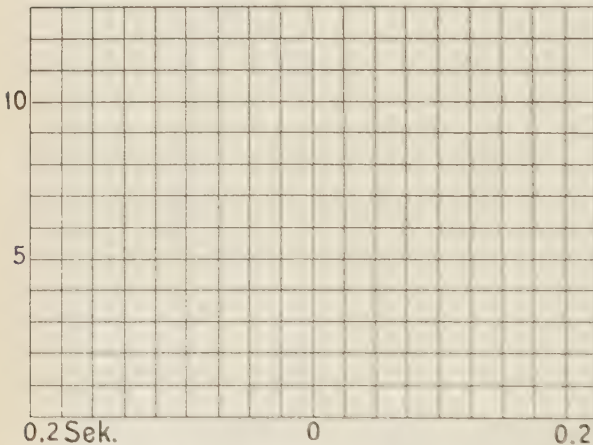


Abb. 84 (M).

Gradwert für eine gleich 4° , der entsprechende Zeitwert gleich $22-23 \sigma$ sein. Die genauen Bestimmungen sind jedesmal vor Versuchsbeginn zu ermitteln.

Die Durchführung der Versuche, insbesondere einer einwandfreien Protokollierung, gestaltet sich folgendermaßen: Der VI trägt in das Protokollschema die Einstellungen des Kontaktes am Zeitsinnapparat ein, in der wechselnden Reihenfolge, wie sie die Konstanzmethode erfordert. Daneben kommen die zugehörigen Zeitwerte. Nach der festgesetzten Reihenfolge werden die Versuche zweimal — beim zweiten Male umgekehrt — angestellt, wobei jedem Reiz ein Vorsignal (elektrische Klingel) vorausgeht. Die V_p ihrer-



seits, die bei der Beobachtung einen markierten Punkt zwischen den beiden Reizen fixiert, trägt ihre Urteile jedesmal untereinander in den

Kontakt hebel des Zeitsinnapparates berührt wird. Es wird dadurch jeweils ein Stromkreis geschlossen, wie die Abbildung unmittelbar erkennen läßt. Die beiden Zeiger sind so eingestellt, daß ihre Kontaktspitzen genau um 180° auseinanderliegen, so daß sie mit der Drehungsachse eine gerade Linie bilden. Bei entsprechender Einstellung der Kontakte ist also Gleichzeitigkeit gegeben, durch jeweilige Verschiebung eines Kontaktes nach rechts oder links können die verschiedenen Sukzessionsverhältnisse hergestellt werden. Die sonstigen Einzelheiten der Anordnung sind aus der Abb. 84 zu entnehmen. Erwähnt sei noch, daß gedämpfte Erleuchtung des Versuchszimmers die Erfassung der Reize erleichtert, und daß größere Intensität der letzteren mit Rücksicht auf störende Nachbilder zu vermeiden ist.

Über die geeigneten Stufen und größten Zeitunterschiede ist zu bemerken: 0,2 Sekunde genügt auch bei ungeübten Beobachtern zur richtigen Erkennung des Zeitverhältnisses der Reize. Bei sehr langsamer Umdrehungsgeschwindigkeit der Zeiger (2,03 Sekunden etwa) entsprechen 36° diesem Betrag (genauer: 204σ). Bei neun Stufen würde der

Gradenwert für eine gleich 4° , der entsprechende Zeitwert gleich $22-23 \sigma$ sein. Die genauen Bestimmungen sind jedesmal vor Versuchsbeginn zu ermitteln.

Vordruck 21.

| Nr. | Von dem Vl, vor, von der Vp nach den Versuchen auszufüllen | Urteile: | | | | | | | |
|-----|---|-------------|---|-------------|---|-------------|---|-------------|---|
| | | Versuchsart | | Versuchsart | | Versuchsart | | Versuchsart | |
| | Einstellung des Kontaktes (Zeitwert der Einstellung) | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | |

vorgesehenen Spalt ein und ergänzt nach Beendigung der Versuche das Protokoll durch Eintragung der fehlenden Zeitwerte. Angegeben wird der vorangehende Reiz (l = links, r = rechts) bezl. Gleichzeitigkeit (= oder?).

Die Verwertung der Ergebnisse erfolgt zunächst graphisch. Für jeden Zeitwert der Abszisse werden die zugehörigen Urteile, soweit sie fehlerhaft waren, eingetragen, am besten unter Vereinigung der Resultate mehrerer Vp-en, da sonst die Anzahl der Urteile zu gering ist. Die Schwellenwerte selbst können danach gefunden werden, indem eine Parallele zur Abszisse in der Mitte der Ordinate gezogen wird. Der Schnittpunkt mit der Kurve beiderseits gibt die Stellen an, wo 50% richtige und 50% falsche Fälle vorhanden sind. Zuverlässigere Zahlen ergibt die in § 2 angegebene Formel.

[Vgl. § 2 II.]

V. Versuche über den Einfluß verschiedener Faktoren auf die Zeitschwelle.

Um den Einfluß mehrerer peripherer wie zentraler Bedingungen auf die Beurteilung der Zeitordnung zu prüfen, wird die gleiche Beobachtungsreihe unter folgenden Abänderungen wiederholt:

1. Verlegung des Fixationspunktes in bzw. unmittelbar über den einen Reiz. Unter Einhaltung dieser Bedingung ist ferner der Gesichtswinkel, unter dem die Reize gesehen werden, d. h. ihr relativer Abstand vom Beobachter, als gesondertes Moment zu untersuchen. Man wählt am besten die beiden extremen Fälle: nächste Nähe und größten Abstand, wenn nicht die Entfernung der Reize voneinander der Veränderung fähig ist. Diese Versuchsreihe wird bei binokularer wie monokularer Beobachtung ausgeführt, ein Unterschied, der auch im folgenden zu berücksichtigen ist.

2. Herstellung von Unterschieden der Ausdehnung und Intensität bei beiden Reizen derart, daß der fixierte, dann der indirekt gesehene bevorzugt wird.

3. Die Aufgabe der Vp wird dahin abgeändert, nicht das Zeitverhältnis so genau wie möglich zu erfassen, sondern den einen Fall der Ungleichzeitigkeit, in dem der fixierte Reiz vorangeht, unter allen Umständen richtig zu beurteilen. Bei hinreichender Übung der Vp in dieser Versuchsform kommt auch der nicht fixierte Eindruck für diese Bevorzugung in Betracht.

Vordruck 22.

| Zeitschwelle (in σ) für den | Versuchsart: Versuchsart: Versuchsart: Versuchsart: Versuchsart: |
|--|--|
| | |
| linken Reiz: | |
| rechten Reiz: | |

Die betreffenden Urteile werden in dasselbe Ordinatensystem eingetragen wie die ersten, und zur Unterscheidung voneinander ausgezogen, punktiert, unterbrochen usw. gezeichnet. Die hier angeführten besonderen Versuchsbedingungen führen zu sog. Zeittäuschungen, deren Erklärung unter Berücksichtigung all dieser Momente zu erfolgen hat.

[Vgl. § 8 VI und IX 5; ferner § 9 VI.]

VI. Rhythmusversuche.

1. Subjektiver Rhythmus.

Unter Benutzung der Anordnung von Abb. 83 (6 Kontakte statt 3 mit gleichbleibendem Abstände von 60^0) kann man mit mehreren Vp-en zugleich die einzelnen Seiten einer akustischen Reizserie auf ihre Bedeutung hin untersuchen, die sie für das Rhythmuserlebnis haben:

1. Die Geschwindigkeit der Reizfolge, die mit einem Stufenabstand von 0,1 Sek. innerhalb 0,1 und 1,0 Sek. geändert wird, (2 um 30^0 verstellte Kon-

takthebel für die Höchstgeschwindigkeit 0,1 Sek.) Wie aus der Kontaktstellung hervorgeht, sind die Zeitstrecken untereinander gleich. Jedesmal werden 18—24 Reize geboten. (3—4 Umdrehungen des Kontakthebels.) Bei bestimmten Geschwindigkeiten ordnen sich die Schläge für den Beobachter zu Gruppen, verschieden nach der Zahl. Letztere wird in jedem Falle festgestellt: am besten durch Nachklopfen, um Irrtümer zu vermeiden. Jede Gruppe (2-, 3-, 4gliedrige usw.) wird an dem Kopfende eines Spaltes eingetragen, das Auftreten des betreffenden Erlebnisses durch ein Pluszeichen in Höhe des zugehörigen Zeitabstandes vermerkt.

Vordruck 23.

| Zeitabstand der Reize: | Form des Rhythmuserlebnisses: | | | | | |
|---------------------------|-------------------------------|--|--|--|--|--|
| 1,0 Sek. | | | | | | |
| 0,9 | | | | | | |
| 0,8 | | | | | | |
| 0,7 | | | | | | |
| 0,6 | | | | | | |
| 0,5 | | | | | | |
| 0,4 | | | | | | |
| 0,3 | | | | | | |
| 0,2 | | | | | | |
| 0,1 | | | | | | |

Im Bedarfsfalle wird der Vordruck mittels des Seitenrandes verbreitert.

2. Die Reizstärke im Sinne der Zu- und Abnahme. (Erhöhung der Spannung, Einschalten von Widerständen.)

3. Die Beschaffenheit der Reize: An Stelle des Schallhammers kann eine elektrische Glocke treten. Ersetzt man den Schallhammer durch eine Glühbirne, so läßt sich die Frage nach dem optischen Rhythmus untersuchen. Auch taktile Reize können verwandt werden: in Form elektrischer Schläge, die durch eine Handelektrode vermittelt werden.

4. Die Zahl der jeweils aufeinander folgenden Reize. Man variiert zwischen 2 und 7 Schlägen, und zwar bei Zeitabständen der Reize von 0,3 Sek., 0,6 und 0,9 Sek. (Vordruck 24). Jede Reizfolge wird mit Abstand 3mal geboten, dann erst beurteilt. Bunte Folge nach Zahl und Zeitabstand ist neben systematischer Darbietung im Sinne des auf- und absteigenden Verfahrens am Platze. Die jeweiligen Rhythmuserlebnisse sind in den zugehörigen Vordruck einzutragen. Treten innerhalb der Gruppen Unterschiede in der Betonung (sei es der Länge oder Stärke nach) auf, so wird dies mittels Versbezeichnungen (Jambus z. B.) ausgedrückt. — Die Ergebnisse sind zu denen des ersten Versuches in Beziehung zu bringen.

| Zahl der Reize | Rhythmuserlebnis bei einem Zeitabstande der Reize von | | |
|----------------|---|----------|----------|
| | 0,3 Sek. | 0,6 Sek. | 0,9 Sek. |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |

In jeden Spalt kommt hinter die Angabe bezl. der Gruppenbildung in Klammern ein Vermerk bezl. der rhythmischen Figur.

2. Objektiver Rhythmus.

Man untersucht mit sechs oder mehr Vp-en nacheinander zwei verschiedene Proportionen (5:3 und 5:8), jeweils bei einem anderen Verhältnis von Normal- und Vergleichsreiz. Die Geschwindigkeit des Kontakthebels beträgt in beiden Fällen 6 Sek. für eine Umdrehung. Ein Grad besitzt demnach einen Zeitwert von 16,7 σ. Dementsprechend berechnen sich die Zeitwerte der im folgenden angegebenen Kontaktstellungen. Verlangsamung der Umdrehungsdauer (9 und 12 Sek.) sowie Beschleunigung (3 Sek.) bedingen bei gleichem Kontaktstande entsprechende Verlängerung bzw. Verkürzung der Zeitstrecken. Damit ist ein Fingerzeig für weitere vergleichende Versuche gegeben.

Erster Versuch: Proportion 5:3 (Verhältnis von Normal- und Vergleichsreiz 2:3).

Kontaktstellungen für den

| | | | | | |
|---------------------|--------------|---|--------------|---|------|
| Normalreiz | 180° | — | 210° | — | 228° |
| Zugehörige Abstände | 30° = 5 · 6° | | 18° = 3 · 6° | | |
| Vergleichsreiz . . | 30° | — | 75° | — | 102° |
| Zugehörige Abstände | 45° = 5 · 9° | | 27° = 3 · 9° | | |

Der Normalreiz geht stets voran (nach einem vorbereitenden Glockenzeichen). Die Versuche selbst werden nach dem Konstanzverfahren durchgeführt (§ 2). Die Reizänderung geschieht durch Verlagerung des mittleren Reizes (des Kontaktes bei 75°), also durch gleichzeitige Änderung beider zusammengehöriger Zeitstrecken. Diese Form ist die wirksamste und erleichtert den an sich schwierigen Vergleich. Bei größerer Übung ist auch die Verschiebung eines Endreizes (bei 30° oder 102°) möglich, wobei also eine Vergleichsstrecke unverändert gehalten wird. — Wählt man den konstanten Stufenabstand gleich 2°, so ergeben sich bei einem Bereich von 20° im ganzen 11 Stufen (85, 83, 81, 79, 77, 75, 73, 71, 69, 67, 65°). Diese Werte sind ungeordnet und unwissentlich zu bieten, demnach vom V1 vor dem Versuch in den Vordruck einzutragen, während

die Vp-en den Urteilsspalt ausfüllen, um danach die zugehörigen Zeitwerte (Spalt 2) zu ergänzen.

Vor Beginn der eigentlichen Versuchsreihe werden zweckmäßig einige Vorversuche mit den Endwerten der Reizskala angestellt (65^0 und 85^0), gegebenenfalls im wissenschaftlichen Verfahren. Erst wenn sie richtig beurteilt werden, kann zu den Hauptversuchen übergegangen werden. Erweist sich der Vergleich als sehr schwierig, so bietet man jeden Reiz mit entsprechendem Abstände zweimal dar: zunächst zur allgemeinen Auffassung, danach zur eigentlichen Beurteilung. Diese selbst soll sich auf den mittleren Schlag des zweiten, also des Vergleichsreizes beziehen und angeben, ob er in Bezug auf das erste Reizverhältnis zu spät (+), zu früh (—) oder entsprechend (=, ?) gekommen ist; ob derselbe Rhythmus in zwei verschiedenen Tempi vorliegt. Zur Vermehrung der Urteilszahl und zwecks Ausschaltung der zufälligen Reihenfolge und ihres Einflusses wird die Reizskala wiederholt geboten, das zweite Mal in veränderter (umgekehrter) Reihenfolge.

Die Auswertung geschieht zunächst tabellarisch-statistisch (Vordruck 25), dann graphisch unter Benutzung eines Netzes auf S. 53 oder S. 140; endlich mit Hilfe der Schwellenberechnung nach der Methode der Idealgebiete (§ 2).

Zweiter Versuch: Proportion 5:8 (Verhältnis von Normal- und Vergleichsreiz 1:2).

Kontaktstellungen für den

| | | | | | |
|---------------------|----------------------|---|----------------------|---|---------|
| Normalreiz | 180^0 | — | 190^0 | — | 206^0 |
| Zugehörige Abstände | $10^0 = 5 \cdot 2^0$ | | $16^0 = 8 \cdot 2^0$ | | |
| Vergleichsreiz . . | 30^0 | — | 50^0 | — | 82^0 |
| Zugehörige Abstände | $20^0 = 5 \cdot 4^0$ | | $32^0 = 8 \cdot 4^0$ | | |

Für die Abstufung des Vergleichsreizes (bei 50^0) gelten genau dieselben Gesichtspunkte wie zuvor. (Bereich 20^0 d. h. zwischen 40^0 und 60^0 ; Stufenabstand 2^0 .) Auch die Durchführung der Versuche entspricht genau dem vorangegangenen Beispiele. (Vordruck 25).

Was die weitere Auswertung beider Proportionsversuche angeht, so sind besonders die Zusammenhänge mit den vorangegangenen Rhythmusversuchen zu beachten.

Auch bei diesen Versuchen können optische und taktile Reize verwandt werden.

[Vgl. hierzu § 8 VI und IX 5.]

K. Bühler, Zeitsinn und Raumsinn. Handwörterb. d. Naturw. Jena 1913.

Eine knappe, sehr lehrreiche Zusammenfassung.

V. Benussi, Psychologie der Zeitauffassung. Heidelberg 1913.

Erschöpfende Einzeldarstellung; vollständige Berücksichtigung der Quellen.

R. Pauli, Über die Beurteilung der Zeitordnung von optischen Reizen. Archiv f. d. gesamte Psychologie, Bd. 21, 1911.

Die betreffenden Versuche im Text fußen auf dieser Arbeit.

K. Bühler, Die Gestaltwahrnehmungen. Stuttgart 1913.

R. Hönigswald, Vom Problem des Rhythmus. Wissensch. Grundfragen, herausgeg. von R. Hönigswald, Heft 5. Leipzig 1926.

K. Koffka, Experimentaluntersuchungen zur Lehre vom Rhythmus. Zeitschr. f. Psychol., Bd. 52, 1909.

| Nr. | Proportion . . 5:3 Reizverhältnis 2:3 | | Proportion . . 5:8 Reizverhältnis 1:2 | | Zeit- werte (ge- ord- net) | Urteilsverteilung aller Vp-en (Zahl) | | |
|-----|--|--------|--|--------|--|---|------|---|
| | Kontaktstellung (Zeitwert) | Urteil | Kontaktstellung (Zeitwert) | Urteil | | — | =, ? | + |
| 1 | | | | | 85 ⁰ | | | |
| 2 | | | | | 83 | | | |
| 3 | | | | | 81 | | | |
| 4 | | | | | 79 | | | |
| 5 | | | | | 77 | | | |
| 6 | | | | | 75 | | | |
| 7 | | | | | 73 | | | |
| 8 | | | | | 71 | | | |
| 9 | | | | | 69 | | | |
| 10 | | | | | 67 | | | |
| 11 | | | | | 65 | | | |
| 12 | | | | | 40 ⁰ | | | |
| 13 | | | | | 38 | | | |
| 14 | | | | | 36 | | | |
| 15 | | | | | 34 | | | |
| 16 | | | | | 32 | | | |
| 17 | | | | | 30 | | | |
| 18 | | | | | 28 | | | |
| 19 | | | | | 26 | | | |
| 20 | | | | | 24 | | | |
| 21 | | | | | 22 | | | |
| 22 | | | | | 20 | | | |

Kontaktstellungen (Zeitwerte) vor den beiden Urteilsspalten sind vom VI. vor, von der Vp. nach dem Versuch auszufüllen. — Der obere Teil der Zusammenstellung für die Urteilsverteilung gilt für die Proportion 5:3, der untere für 5:8.

§ 10. Die Enge des Bewußtseins, Aufmerksamkeit und Denken.

I. Allgemeines.

1. Über die Enge des Bewußtseins und die Aufmerksamkeit.

Jedes entwickelte Bewußtsein verfügt über eine große Anzahl von Erinnerungsbildern, die je nach den Umständen lebendig werden. Wenn diese Vorstellungen alle gleichzeitig gegenwärtig sein könnten, dann wäre die Zahl der in einem einzigen Zeitpunkte verlaufenden Bewußtseinsvorgänge nahezu unbegrenzt, was von vornherein unwahrscheinlich ist, ebenso wie die gleichzeitige Innervation sämtlicher Muskelfasern normalerweise nicht möglich ist.

Diese Überlegung wird durch die Erfahrung bestätigt: nur ein ganz kleiner Teil der in Frage kommenden Vorstellungen ist in einem gegebenen Augenblicke wirklich bewußt, eine Tatsache, die man durch die Begriffe Enge und Umfang des Bewußtseins bezeichnet. Sie gilt offenbar auch für andere Bewußtseinsvorgänge, da für sie die gleichen Erwägungen zutreffen.

Die Enge des Bewußtseins bezeichnet eine Eigentümlichkeit der Bewußtseinsvorgänge, eine Beschränkung bezl. ihres gleichzeitigen Verlaufes; sie schließt die Unterscheidung zweier Gruppen von subjektiven Tatsachen in sich. Es handelt sich:

1. um solche, die in einem gegebenen Augenblicke gleichzeitig erlebt werden und

2. um solche, für die nicht die Möglichkeit hierzu besteht (bei Gedächtnisspuren z. B.) und die weitaus die Mehrzahl gegenüber der ersten Art bilden.

Man kann diese Zweiteilung auch so vollziehen, daß man der ersten Gruppe ein Bestimmungsstück zuspricht, das bei der zweiten gleich Null zu setzen ist. Als solches ergibt sich die Klarheit. Der Ausdruck Bewußtseins- oder Bewußtheitsgrad wird in gleichem Sinne gebraucht. Es ist weiterhin wahrscheinlich, und die Tatsachen lehren es auch, daß nicht nur ein einziger Grad von Klarheit außer Null vorkommt; vielmehr gibt es Abstufungen, die von einer höchsten Deutlichkeit über geringere Grade zu dem Nullpunkte hinführen.

Die Tatsachen nun, die unter den Begriff der Klarheit fallen, und die mit der zahlenmäßigen Beschränkung der gleichzeitigen Bewußtseinsvorgänge verknüpft sind, werden durch den Begriff der Aufmerksamkeit zusammengefaßt. Man versteht darunter jenes eigentümliche Hervortreten von Bewußtseinsvorgängen in Form eines höheren Klarheitsgrades, das mit dem Zurücktreten anderer Vorgänge verknüpft ist. Kennzeichnend für manche Erscheinungen der Aufmerksamkeit ist ein ausgeprägtes Ich- und Tätigkeitsbewußtsein. Unter den Bedingungen für den hohen Klarheitsgrad eines Bewußtseinsvorganges ist die besonders hervorzuheben, die in einer Beziehung der vorausgegangenen Prozesse auf ihn besteht, in Form der Erwartung z. B. Je nachdem diese Beziehung vorhanden ist oder nicht, spricht man von willkürlicher oder unwillkürlicher Aufmerksamkeit.

Zur Theorie: 1. Die Aufmerksamkeit wird entweder als Eigenschaft von Bewußtseinsvorgängen oder als selbständiger Prozeß angesehen. Im letzteren Falle ist sie als Apperzeption den Assoziationen gegenübergestellt worden; im Sinne der Funktionspsychologie handelt es sich bei der Aufmerksamkeit um eine besondere Art von Funktion oder Akt, die zu den Denkvorgängen zu rechnen wäre.

2. Das Zentralnervensystem weist den subjektiven verwandte Erscheinungen auf: es können nicht beliebig viele Erregungen nebeneinander bestehen, in derselben Bahn vielmehr nur eine. Die Ursache ist wahrscheinlich in gewissen Hemmungsvorrichtungen zu suchen. Mit Rücksicht auf die Gleichartigkeit der Erscheinungen dürfen dieselben auch für die Erklärung der Enge des Bewußtseins und der Aufmerksamkeit in Anspruch genommen werden.

Die experimentelle Untersuchung der Enge des Bewußtseins wie der Aufmerksamkeit behandelt hauptsächlich folgende allgemeine Fragen quantitativer Art:

1. Wie viele Bewußtseinsvorgänge können gleichzeitig miteinander verlaufen? — Für bestimmte Arten von Vorgängen läßt sich diese Frage durch den Versuch entscheiden.

2. Da Bewußtseinsvorgänge unter Umständen nicht gleichzeitig, sondern nur nacheinander verlaufen können, so fragt es sich, welche Zeit für diesen Wechsel erforderlich ist. — Messungen über die Geschwindigkeit der Aufmerksamkeitswanderung geben hierüber Aufschluß.

3. Welches sind die Folgen von der Enge des Bewußtseins? — Unter anderem ist die Abstraktion hierhin zu rechnen, deren Bedingungen sich im Versuch herstellen lassen.

2. Über das Denken.

Die Logik unterscheidet drei Grundformen des Denkens: Begriff, Urteil und Schluß, deren gemeinsames Kennzeichen der unanschauliche, abstrakte Charakter ist. Die Psychologie hat zu untersuchen, in welcher Weise diese logischen Prozesse im Bewußtsein vertreten sind. Es lassen sich drei verschiedene Möglichkeiten bei der Beantwortung dieser Frage unterscheiden: ihr wechselseitiges Verhältnis geht aus der folgenden Übersicht hervor:

1. Es gibt unanschauliche Bewußtseinsvorgänge im Sinne der Logik. Insbesondere die sog. Funktionspsychologie vertritt das Vorhandensein solcher Prozesse, in denen sie bestimmte Arten von Akten oder Funktionen erblickt. Innerhalb derselben nimmt die Beziehungsauffassung eine ausgezeichnete Stellung ein, insofern sie vielfach als Elementarfunktion angesehen wird.
2. Es gibt keine derartigen Bewußtseinsvorgänge; das kann in Form von zwei Möglichkeiten zutreffen:
 - a) Die Denkvorgänge verlaufen unbewußt.
 - b) Sie sind im Vorstellungsablauf einbegriffen, d. h. sie lassen sich ganz auf die Vorstellungen und ihre Verbindungen zurück-

führen. Die Gewißheit z. B. bei Überzeugungen und Gedächtnisleistungen (Erinnerungsgewißheit) wäre danach kein Erlebnis für sich, kein besonderer Bewußtseinsvorgang, sondern eine Gesetzmäßigkeit, eine Eigenschaft des Vorstellungsablaufes.

Aus dieser Zusammenstellung erhellt, daß die Frage nach dem Vorhandensein unanschaulicher Erlebnisse der genannten Art eine grundlegende Bedeutung für die Psychologie überhaupt und insbesondere für die Denkpsychologie besitzt. Das drückt sich auch darin aus, daß meist unter den Gegenständen der Denkpsychologie nicht nur die logischen Prozesse im engeren Sinne, sondern alle unanschaulichen Bewußtseinsinhalte überhaupt zusammengefaßt werden, soweit man deren Vorhandensein nachweisen zu können glaubt. Man unterscheidet dabei solche, die bei den Empfindungen, d. h. in der Wahrnehmung auftreten, und solche, die im Zusammenhange mit anschaulichen Vorstellungen vorkommen. Die Erscheinungen, die unter dem Namen Aufmerksamkeit verstanden werden, fallen bei diesem Standpunkte in den Bereich der Denkpsychologie.

Das wichtigste Verfahren zur Untersuchung des Denkens ist die Methode der systematischen Selbstbeobachtung. Sie setzt die gebräuchlichen, experimentell psychologischen Verfahrensweisen voraus: auch bei ihr hat die Vp im Anschluß an den jeweiligen Reiz eine vorgeschriebene Leistung zu vollziehen. Außerdem aber verlangt die Methode von dem Beobachter unmittelbar nach Abschluß des Versuches noch eine möglichst vollständige Beschreibung seines gesamten Erlebnisses, das beginnt mit der inneren Vorbereitung auf den Versuch (Vorperiode) und endet mit den Bewußtseinsvorgängen, welche die geforderte Leistung ausmachen (Hauptperiode), bzw. noch unmittelbar damit zusammenhängen (Nachperiode). Die Aussagen der Vp werden vom VI meist stenographisch aufgenommen.

Das Verfahren ist insofern noch weiterer Ausgestaltung fähig, als die Beschreibung bzw. Beobachtung der Vp durch besondere Anweisung auf einzelne Punkte hingelenkt werden kann, z. B. auf die vornehmliche Berücksichtigung einer bestimmten Seite des Erlebnisses, sofern nicht derselbe Zweck durch nachträgliche, vorsichtig gestellte Fragen des VI erreicht wird.

Die Methode der systematischen Selbstbeobachtung kann grundsätzlich bei jeder Art von psychologischem Versuch angewandt werden: hauptsächlich erstreckt sich indessen ihr Verwendungsbereich auf schwieriger zu beobachtende Bewußtseinsvorgänge, wie logische Prozesse, Gefühle und Erlebnisse des Wollens.

Die Methode setzt voraus, daß eine wirkliche Beschreibung der jeweils zu untersuchenden Erlebnisse, d. h. eine in Worten faßbare Mitteilung darüber wirklich möglich ist: manche Erlebnisse lassen sich nicht in Worte fassen, wie z. B. der Unterschied von Rot und Grün. Werden ferner der Vp genauer bezeichnete Aufgaben bei der Beschreibung ihrer Erlebnisse oder diesbezügliche Fragen nachträglich gestellt, so besteht die Gefahr, daß dadurch die zu untersuchenden Bewußtseinsvorgänge selbst oder ihre Wiedergabe fehlerhaft beeinflußt werden.

Fragebogen.

Name:

Beruf:

Tag:

1. Wie lange sind Sie hier? Welche Stubenkameraden haben Sie? Nr. der Stube?
2. Wo sind Sie in die Schule gegangen? Wieviel Klassen haben Sie durchgemacht? Welche Fächer sind Ihnen leicht geworden? Welche schwer? Sind sie einmal sitzen geblieben?
3. Welche Staaten waren im Weltkriege mit uns verbündet? In welchen Erdteilen liegen diese Staaten? Wie heißen ihre Hauptstädte? Die von Deutschland? Wer herrschte in den verbündeten Staaten? Wer in Deutschland?
4. Wer war Bismarck? Seit wann und seit welchem Ereignis besteht das Deutsche Reich?
5. Welche Geldsorten gibt es? Was bedeutet Ostern?
6. Welche Haustiere kennen Sie? Welche Fische? Welche Obstbäume?
7. Zu welchem Zwecke zahlt man Steuern?
8. Warum schwimmt Holz im Wasser, während Blei untergeht?
9. Warum bleibt der Schnee auf den Bergen länger liegen als in der Ebene?
10. Warum baut man die Schornsteine und Kamine möglichst hoch?
11. Warum soll man jemand eher nach seinen Taten als nach seinen Worten beurteilen?
12. Wie nennt man folgende Gegenstände mit einem Sammelnamen: Hammer, Beißzange, Brecheisen, Bohrer, Säge?
Sammelnamen für Droschke, Auto, Zweirad, Segelschiff, Eisenbahn?
13. Was ist ein Quadratkilometer? Ein Thermometer? Eine Sparkasse?
14. Was versteht man unter Sparsamkeit? Unter Zorn?
15. Welches ist der Unterschied zwischen Schemel und Stuhl?
Zwischen Treppe und Leiter? Zwischen Geiz und Sparsamkeit?
16. Was ist das Gegenteil von Feigheit? Von Trauer?
17. Welche Eigenschaften haben alle Fische?
18. Inwiefern gleichen sich Glas und Eis?
19. Heer verhält sich zu Soldat wie Verein zu ?
Gut: besser wie viel: ? (Analogietest).
20. Aus 3 Wörtern ist ein ganzer Satz zu bilden. Beispiel: Mannheim, Rhein, Schiff.
— Man kann zu Schiff auf dem Rhein nach Mannheim kommen (Masselon-Probe):
1. Frau, Kind, Stadt. 2. Zug, Verspätung, Straßenbahn.
21. Folgende Satzbruchstücke sind sinnvoll zu ergänzen:
1. Wiewohl das Essen schlecht war,
2. Wer stets Unglück und Mißerfolge gehabt hat, der
22. Die folgenden Wörter sind so umzustellen, daß sie einen richtigen Satz bilden:
1. ein verteidigt Stellung mutig Soldat tapferer seine: 2. der Jahre jetzige:
bereits dauert mehr Krieg vier als:

23. Was ist verkehrt in folgendem Satz: Gestern ereignete sich im Bahnhof ein leichtes Eisenbahnunglück; es gab über 40 Tote. (Widerspruchstest.)

24. Die folgenden Rechenaufgaben sind auszurechnen:

$$\begin{array}{r} 784 \\ + 1032 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 560 \\ - 267 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 71 \cdot 68 \\ \hline \end{array} \quad 819 : 63$$

Gesetz der Zahlenreihe: 3 5 6 8 9 11 12 14 15? Fortfahren:

Testschema für verschiedene Kindesalter (Schulalter).

| 5 Jahre | 6 Jahre | 7 Jahre | 8 Jahre | 9 Jahre | 10 Jahre | 11 Jahre | 12 Jahre |
|--------------------------------|--|-----------------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------------|---|----------------------------------|
| Quadrat- abzeich- nen | Bild be- schreiben | Rhombus- abzeich- nen | | Provozier- te Bild- erklärung | | Spontane Bild- erklärung Lücken- test (s. § 11 IX) | |
| | Figur zu- sammen- setzen Ästheti- scher Ver- gleich | Bilder- lücken erkennen | 2 Gegen- stände ver- gleichen | 5 Gewichte ordnen | | | |
| Zweck- definition | | | | Oberbe- griffdefi- nition | | | Abstrakta definieren |
| 10 Silben nachspre- chen | 16 Silben nachspre- chen | | | | 26 Silben nachspre- chen | | |
| 4 Zahlen nachspre- chen | | 5 Zahlen nachspre- chen | | | 6 Zahlen nachspre- chen | | |
| 4 Pfennige abzählen | 3 Aufträge ausführen | | Zählen von 20—1 | 80 Pfennige her- ausgeben | | | |
| | | 1 Pfennig bis 1 Mark kennen | | | Alle Münzen kennen | | |
| | | Rechts und links an- geben | 4 Haupt- farben an- geben Lesen: 1 Haupt- punkt Leichte Verstan- desfragen | Datum angeben | Lesen: 6 Haupt- punkte | | |
| | | | | | 3 Worte in 2 Sätzen | 3 Worte in 1 Satz Wider- spruchs- test (Nr. 23) | Schwere Verstan- desfragen |
| | | | | | | | Wortezum Satz ord- nen |
| | | | | | | | Reimen |

3. Die Intelligenz und ihre Prüfung.

Mit dem Begriff des Denkens eng verwandt ist der der Intelligenz, der besonders in der pädagogischen und medizinisch-psychiatrischen Praxis gebraucht wird. Als Intelligenz bezeichnet man die Befähigung für Leistungen, die unmittelbar in Denkvorgängen (Beziehungserfassungen) bestehen oder eng damit zusammenhängen; anders ausgedrückt: die Fähigkeit, das Denken den allgemeinen Anforderungen anzupassen (W. Stern). Geprüft wird die Intelligenz mit Hilfe sog. Tests: das sind einfache Aufgaben von abgestufter oder abstufbarer Schwierigkeit. Ihre richtige oder mangelhafte bzw. falsche oder fehlende Lösung erlaubt — neben ihrer Dauer — Rückschlüsse auf die betreffenden Fähigkeiten. Die Durchführung einer Intelligenzprüfung erfolgt bei Erwachsenen und Kranken insbesondere vielfach in Gestalt eines Fragebogens. Das angeführte Beispiel ist typisch für diese Methode und enthält eine Reihe der wichtigsten Tests, die gegenwärtig Verwendung finden. Im einzelnen sei dazu bemerkt: Gemeinsam ist diesen Aufgaben, daß sie die Beherrschung der Sprache voraussetzen und insofern keinen reinen Ausdruck für Denkleistungen bzw. -fähigkeiten bedeuten. Jedenfalls müßte bei genauerer Untersuchung eine Prüfung des Sprachvermögens und der Sprachgewandtheit vorausgehen. Wichtig ist ferner die Rolle des Wissens, besonders der Schulkenntnisse. Deren Mangel oder Vorhandensein bietet für sich allein einen wichtigen Fingerzeig. (Vgl. daraufhin die ersten Fragen.) Bei reinen Intelligenzproben soll jedes Wissen nach Möglichkeit ausgeschaltet sein. In diesem Zusammenhange sind vor allem die 3-Wortprobe (Masselonprobe), Ergänzungs- und Analogietest zu nennen; auch der Reihentest gehört hierher (s. Fragebogen).

Bei aller Verschiedenheit im einzelnen weisen die meisten Prüfungsversuche doch eine gewisse Verwandtschaft untereinander auf: so läßt sich eine ganze Anzahl auf die Grundform des Definitionstestes zurückführen.

Bei jeder Prüfung ist eine Mehrheit von Tests anzuwenden, um das Bild nicht durch ein Zufallsergebnis zu trüben. Deutlich wird dies bei dem Gebrauch der Testskala für Kinder (nach Binet-Simon und Bober-tag): s. die Zusammenstellung. Die Prüfung eines 8jährigen Kindes z. B. begnügt sich nicht mit den Versuchen der zugehörigen Altersklasse (fünf Stück jedesmal), vielmehr werden auch die benachbarten verwandt, und zwar in dem Umfange, daß bei einer Stufe keine, bei der anderen jede Aufgabe gelöst wird (vgl. die Bestimmung der Idealgebiete in der Psychophysik). Aus dem Gesamtergebnis, das im vorliegenden Falle sechs Altersstufen umfaßt (5.—10. Jahr), berechnet sich durch gegenseitigen Ausgleich das „Intelligenzalter“ des Prüflings.

Beispiel für ein 8jähriges Kind:

| Ausfall der Testversuche für das | | | | | |
|----------------------------------|----|----|----|----|----------|
| 5. | 6. | 7. | 8. | 9. | 10. Jahr |
| + | + | + | — | — | — |
| + | + | + | + | + | — |
| + | + | — | + | — | — |
| + | + | — | + | — | — |
| + | — | + | — | — | — |

Für die Berechnung kommen nur die Reizstufen (Altersteste) in Frage, die keine übereinstimmende Lösung gefunden haben (6., 7., 8. und 9. Jahr): mit 11 richtigen Lösungen. Teilt man durch die gleichbleibende Versuchszahl jeder Stufe (5), so ergibt sich 2, während eine Lösung übrig bleibt; d. h. die beiden ersten der in Betracht kommenden Jahresstufen (6. und 7.) sind erfüllt. Das Intelligenzalter ist also etwas mehr als 7 Jahre.

Das Ergebnis wird genauer ausgedrückt durch den sog. Intelligenzquotient $\frac{I}{L}$ (Intelligenzalter geteilt durch Lebensalter). Im vorliegenden

Falle ergibt sich ein echter Bruch, ein Wert, der kleiner ist als 1: $\frac{7,2}{8} = 0,9$.

Damit ist gesagt, daß das Kind seiner Intelligenz nach fast um eine ganze Altersstufe zurück ist. Überwertigkeit drückt sich dementsprechend in einem Wert aus, der größer ist als 1,0.

Die Brauchbarkeit einer Testskala hängt ab von der passenden Schwierigkeitsbemessung der einzelnen Aufgaben und ihrer richtigen Zuordnung zur betreffenden Altersklasse. Nur die Erfahrung kann hierüber Aufschluß geben. Die Korrelation zwischen Prüfungsergebnis und tatsächlicher Bewährung im Leben entscheidet. Dies gilt nicht nur für Intelligenz-, sondern für jede Art von Eignungs- und Begabungsprüfung.

In gleichem Sinne ist der Grundsatz anzuführen, daß jede erstmalige Prüfung — zweckmäßige Durchführung vorausgesetzt — unter ungünstigen Bedingungen steht, und daß sich in vielen Fällen erst bei mehrmaliger Wiederholung das richtige, bleibende Bild ergibt. Anfänglich schlechte Leistungen werden vielfach (in 25 % der Fälle) beim zweiten oder dritten Mal normal oder gar überwertig, während sich gute Ausgangsergebnisse im allgemeinen selten nachträglich verschlechtern.

Endlich sei erwähnt, daß neben der allgemeinen Intelligenzprüfung die Frage nach einer Sonderbegabung (auf intellektuellem oder einem anderen Gebiete) von Bedeutung ist. Das gilt vor allem, wenn im ersten Falle das Ergebnis hinter der Norm zurückgeblieben ist.

[Abgesehen von den hier angegebenen Tests enthält das Praktikum noch eine Reihe sonstiger Prüfungsversuche; vgl. besonders § 11 und § 13.]

II. Versuche über den Umfang des Bewußtseins.

Der Vp werden mittels Tachistoskop (s. § 7) optische Reize, Punkte oder einfache Figuren in Mengen von 3—12 Elementen kurzdauernd (0,1 Sek.) dargeboten, und zwar nach den Regeln des Konstanzverfahrens (s. § 2). Die Reizstufen folgen in bunter Ordnung aufeinander zur Wahrung der Unwissentlichkeit. Mit Rücksicht darauf ist auch eine Reihe von Nullversuchen einzustreuen: Figuren, die keine der Aufgabe entsprechende Lösung zulassen, außerdem Mengen über 12 hinaus. (Sonderprotokoll auf eigenem Blatt.) Jede Reizstufe wird mit der gleichen Zahl von Beobachtungen besetzt (8 bzw. 9, s. Vordruck). Die Aufgabe der Vp besteht in der Feststellung der Anzahl. Ist eine bestimmte Angabe z. B. 5, nicht möglich, so tritt an ihre Stelle die Schätzung (8—11 z. B.). Sie hat sich in möglichst engen Grenzen zu halten, doch soll sie die vorhandene Menge sicher einschließen.

Die Auswertung erstreckt sich zunächst auf die eindeutigen richtigen Zahlangaben, die graphisch darzustellen sind. (Vordruck 27.) Die Kurve erlaubt, die Schwelle (Menge) zu bestimmen, bei der eine Erkennung der Anzahl gerade noch möglich ist; in Gestalt der Grenze für 50% richtiger und für eben so vieler andersartiger Angaben (entsprechende Parallele zur Abszisse) oder in Form des gerade beginnenden Abfalles (100% richtiger Fälle). Als nicht richtig rechnen in diesem Zusammenhange auch alle Schätzungen. — Erreicht die Kurve den Nullpunkt, nachdem sie mit ausschließlich richtigen Urteilen begonnen hat, so kann auch das Idealgebiet berechnet werden. (Formel für S_u s. § 2.)

Weiter ist die Urteilsverteilung (Streuung) bei der einzelnen Reizstufe zu untersuchen, z. B. für die Menge von 11 (s. Vordruck). Bei Schätzungen ist das Gewicht der einzelnen Angabe zu berücksichtigen. Lautet eine Aussage 8—11, so bedeutet das für 8, 9, 10 und 11 je ein Viertel-Urteil. Art (Symmetrie, Asymmetrie) und Größe der Streuung läßt sich auf diese Weise genau ermitteln. Lehrreich ist der Vergleich aller 10 Reizstufen untereinander (Millimeterpapier, das entsprechend dem Vordruck 28 benutzt wird).

Der Versuch läßt mannigfache Ausgestaltungen und Abänderungen zu:

1. Die Beschaffenheit der Reize kann planmäßig variiert werden, um den Einfluß der verschiedenen Seiten zu prüfen. Gestalt, Größe und Farbe der Eindrücke sollen wechseln, und zwar von Versuchsreihe zu Versuchsreihe (jedesmal eine ganze Reizskala) wie auch bei der Einzeldarbietung. Vor allem ist zu unterscheiden zwischen Reizen mit gleichen und ungleichen Elementen. Weiter ist deren Anordnung zu berücksichtigen: unregelmäßige (als Norm) und regelmäßige (lineare oder ringförmige z. B.). Aus der Verbindung aller dieser Gesichtspunkte ergeben sich etwa folgende Versuchsreihen:

| | | | | | |
|----|------------|-------|--------------------|----------|------------|
| 1. | Gleich | große | schwarze | Punkte | ungeordnet |
| 2. | " | " | " | Ringe | " |
| 3. | " | " | verschiedenfarbige | Punkte | " |
| 4. | " | " | schwarze | " | geordnet |
| 5. | Ungleich | " | " | " | " |
| 6. | " | " | " | " | ungeordnet |
| 7. | " | " | verschiedenfarbige | " | " |
| 8. | Ungleiche, | " | " | Elemente | " |

Bei entsprechender Numerierung und Protokollierung kann der beschriebene Versuch z. B. in dieser Form ausgeführt werden. Aussagen für Reize der ersten Art werden in diesem Falle nur in Spalt 1 des Vordruckes eingetragen usw. — Als Sonderfall hat eine bekannte Anordnung der Elemente (Dominostellung) zu gelten: Spalt 9 des Vordruckes. In jedem Falle ist ferner darauf zu achten, daß die einzelnen Elemente leicht zu erkennen sind. Sie müssen verhältnismäßig groß, durch kräftige Linien dargestellt werden und dürfen nicht auf eine zu große Fläche verteilt sein; andernfalls beeinflussen Sehschärfeverhältnisse, also periphere Bedingungen, das Ergebnis.

Auch wenn die Variationen unterbleiben, etwa nur schwarze, gleich große Punkte genommen werden, hat deren Anordnung jedesmal zu wechseln, so daß der Versuch stets 80—90 Einzelreize erfordert.

2. Die Darbietungszeiten können verkürzt (0,02 Sek.) und verlängert (1 Sek.) werden, um den Einfluß der Beobachtungsdauer zu ermitteln.

3. Eine Steigerung der Mengen bis auf 25 gewährt Aufschluß über die Zahl- bzw. Mengenschätzung im eigentlichen Sinne.

4. Die Verbindung der Versuche mit planmäßiger Erlebnisbeschreibung liefert vor allem wertvolle theoretische Aufschlüsse. Es fragt sich, ob mittels des erwähnten Schwellenwertes wirklich der Bewußtseinsumfang bestimmt wird.

5. Im Zusammenhang damit ist die Zeitmessung zu erwähnen, die mittels der Stoppuhr leicht durchgeführt werden kann. Die Dauer der Leistung wirkt u. a. Licht auf die Mittelbarkeit bzw. Unmittelbarkeit der Auffassung.

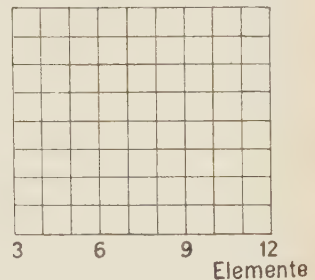
Vordruck 26.

| Zahl der Reize | Zahlangaben der Vp: | | | | | | | | |
|----------------------|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 3 | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | |

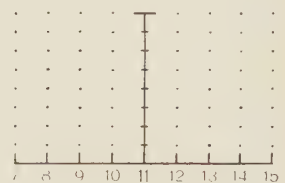
[Vgl. hierzu § 2 II.]

Vordruck 27.

Richtige Urteile



Vordruck 28.



III. Versuche über die Enge des Bewußtseins.

Von bestimmten Bewußtseinsvorgängen — Gedanken und Stimmungen z. B. — kann nur je einer in derselben Zeit verlaufen. Diese Tatsache läßt sich in bestimmten Fällen nachweisen durch gleichzeitige Darbietung zweier kurzdauernder Eindrücke (eines optischen und eines taktilen), die von der Vp aufzufassen bzw. zu beurteilen sind: entweder in Form eines Vergleiches zweier Empfindungsintensitäten oder — bei mehreren Einzelreizen — in Gestalt einer Zahlauffassung. In solchen Fällen ist die Möglichkeit einer gleichzeitigen doppelten Leistung gegeben. Die Enge des

Bewußtseins muß sich dabei zeigen in Ausfallserscheinungen, d. h. gänzlichem Versagen bzw. falschen Lösungen der Aufgaben oder in dem beobachtbaren, aufeinanderfolgenden Vollzug beider Leistungen.

Die Versuchsanordnung besteht in dem in § 2 beschriebenen Reizhebelapparat in Verbindung mit einer tachistoskopischen Vorrichtung. Letztere besitzt einen Momentverschluß, der am Ende einer Metallstange von veränderlicher Länge befestigt ist (Abb. 85). Das Rad, das den Hebel in Bewegung setzt, trägt eine Welle *W*, die durch eine Schnur mit dem Verschluß verbunden ist und diesen auf dem Wege von der Stellung 1 zu Stellung 2, der bei der Betätigung des Hebels jedesmal durchlaufen wird, an einem bestimmten Punkte auslöst. Der Zeitpunkt der Auslösung ist nur abhängig von dem Abstände des Verschlusses vom Rad und kann, durch die Schraube *S* so eingestellt werden, daß der taktile Reiz gleichzeitig mit dem optischen erfolgt: durch öfteres Anhalten verlangsamt man den Gang des Uhrwerkes, stellt dabei fest, welcher Reiz zuerst kommt, und verstellt die Schraube *S* so lange, bis beide Reize zeitlich zusammenfallen. — Die reizmäßige Gleichzeitigkeit bedeutet wegen der Trägheit des Sehorganes zentrale Ungleichzeitigkeit. Zur Herstellung echter, bewußtseinsmäßiger Gleichzeitigkeit ist eine Verfrühdung des Lichtreizes um etwa 0,04 Sek. erforderlich.

Den Hauptversuchen gehen eine Reihe von Vorversuchen voraus. Sie sollen die Vp mit den Aufgaben vertraut machen und ihr ein sicheres Urteil ermöglichen, da ohne diese Vorbedingung Ausfallserscheinungen nicht beweisend wären. Zunächst wird eine Reihe überschwelliger, mittels der bekannten Graupapiere hergestellter Helligkeitsunterschiede geboten (Beobachtungsdauer = 0,1 Sekunde), mit der Aufgabe, das jeweilige Helligkeitsverhältnis zu beurteilen. — Bei dem taktilen Intensitätsvergleich verfährt man nach Art der in § 2 III beschriebenen Versuche und ermittelt entsprechend der optischen Reihe drei Gewichtsverhältnisse, die mit Sicherheit als gleich (=), größer (+) und kleiner (—) beurteilt werden. Zur Vereinfachung der Protokollführung werden die Aussagen stets auf den linken Reiz bezogen; ebenso bei den optischen Versuchen. Der Normalreiz soll etwa 1—2 g betragen, die Reizdauer gleich 0,1 Sekunde sein (= 1 mm Annäherung an die Reizfläche bei schnellstem Gang des Uhrwerkes). Als Reizfläche wählt man zweckmäßig dünne Messingscheiben von 5 mm Durchmesser, die mit Fischleim auf die betreffende Hautstelle (Finger) geklebt werden.

Die erste Versuchsreihe (20 Einzelversuche) wird so durchgeführt, wie der Vordruck angibt (oberer Teil). Die optischen Reize sind vor Beginn der Versuche in der angegebenen Reihenfolge zu ordnen, das taktile Reizverhältnis wird jedesmal entsprechend hergestellt. Die Vp bemüht sich, möglichst beiden Aufgaben gerecht zu werden: das Urteil soll ganz unterbleiben, wenn es allzu unsicher ist. Erfolgen zwei Aussagen, eine für den optischen, die andere für den taktilen Reiz, so ist anzugeben, in welchem Zeitverhältnis die beiden Urteile zustande gekommen sind.

Die zweite Versuchsreihe (andere Vp) entspricht in allen Stücken der ersten, nur das diesmal zwei verschiedenartige Leistungen gefordert werden. Auf taktilem Gebiete bleibt der Intensitätsvergleich, auf optischem tritt an Stelle des Vergleiches die Zählauflassung, eine neue Aufgabe: Das Gesichtsfeld enthält diesmal eine Anzahl Elemente (4—6) von wechselnder Form und Anordnung (vgl. das Beispiel in Abb. 85). Vorversuche können hierbei unterbleiben, wenn das Material bereits anderweitig erprobt ist.

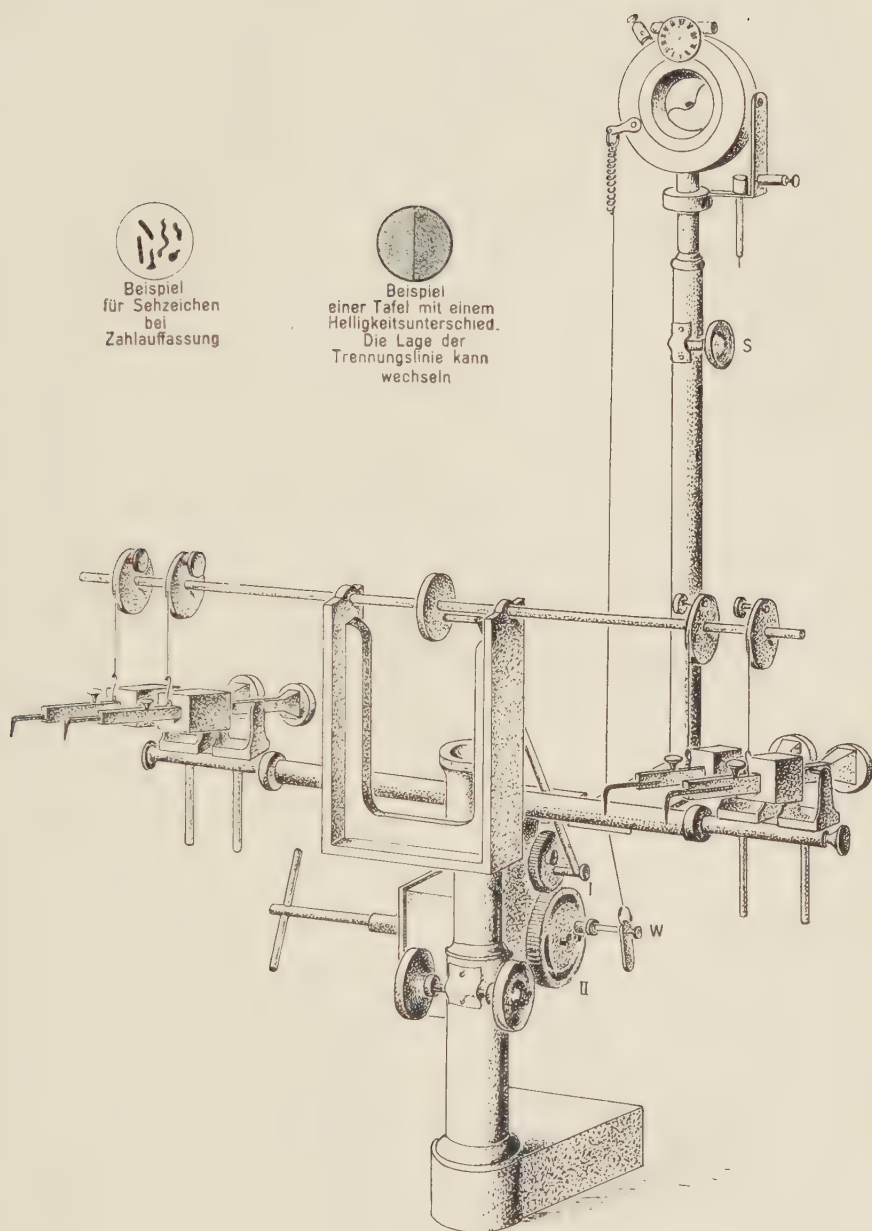


Abb. 85 (M).

Vordruck 29.

| Erste Versuchsreihe | | | | Zweite Versuchsreihe | | | | Dritte Versuchsreihe | | | |
|---------------------|---|--------|----------|---|--------|----------|---|----------------------|---|--------|----------|
| Nr. | Aufgaben: Verhältnis der Empfindungs- stärken, bezogen auf den linken bzw. oberen Reiz | | Aussagen | Aufgaben: Zahlauffassung und Inten- sitätsvergleich | | Aussagen | Aufgaben: Zahlauffassung und Inten- sitätsvergleich | Aussagen | Aufgaben: Zahlauffassung und Inten- sitätsvergleich | | Aussagen |
| | Optisch | Taktil | | Optisch | Taktil | | | | Optisch | Taktil | |
| 1 | — | + | | 5 | + | | + | | + | = | |
| 2 | + | — | | 6 | — | | 5 | | 5 | — | |
| 3 | = | — | | 5 | — | | = | | = | 4 | |
| 4 | + | — | | 6 | = | | — | | — | + | |
| 5 | — | + | | 4 | + | | 4 | | 4 | 5 | |
| 6 | — | + | | 5 | — | | 6 | | 6 | | |
| 7 | + | — | | 6 | — | | | | | + | |
| 8 | + | = | | 5 | — | | | | | 6 | |
| 9 | = | + | | 4 | + | | 3 | | 3 | + | |
| 10 | | + | | 5 | + | | + | | + | | |
| 11 | + | | | 4 | — | | | | | 5 | |
| 12 | | | | 6 | — | | 4 | | 4 | 6 | |
| 13 | + | — | | 5 | — | | + | | + | | |
| 14 | = | — | | 4 | — | | | | | | |

| | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|
| 15 | — | — | 6 | — | — | + |
| 16 | + | + | 5 | 7 | — | — |
| 17 | — | + | 6 | + | — | — |
| 18 | + | — | 6 | — | + | — |
| 19 | — | — | 6 | — | — | — |
| 20 | + | — | 6 | — | 6 | — |

| Nr. | Zeitabstand: 0,3 Sek. Vorangehender Reiz: | | | | Zeitabstand: 0,6 Sek. Vorangehender Reiz: | | | | Zeitabstand: 0,9 Sek. Vorangehender Reiz: | | | |
|-----|--|--------|----------|---|--|--------|----------|---|--|--------|----------|---|
| | Gemischte Aufgaben | | Aussagen | | Gemischte Aufgaben | | Aussagen | | Gemischte Aufgaben | | Aussagen | |
| | Optisch | Taktil | 1 | 2 | Optisch | Taktil | 1 | 2 | Optisch | Taktil | 1 | 2 |
| 1 | + | 4 | | | — | 3 | | | 5 | 3 | | |
| 2 | 5 | 6 | | | — | + | | | 4 | — | | |
| 3 | — | 5 | | | — | — | | | 6 | + | | |
| 4 | — | + | | | + | — | | | — | + | | |
| 5 | 6 | — | | | 6 | 4 | | | + | — | | |
| 6 | 4 | + | | | 4 | + | | | — | 4 | | |
| 7 | + | — | | | + | 5 | | | — | 6 | | |
| 8 | — | 4 | | | 5 | 6 | | | 5 | 5 | | |
| 9 | — | 5 | | | 4 | 4 | | | 3 | — | | |
| 10 | — | 4 | | | 6 | — | | | 6 | + | | |

Eine dritte Versuchsreihe bringt die Mischung der Aufgaben innerhalb ein und desselben Sinnesgebietes (s. Vordruck). Die taktile Zahauffassung bedingt eigene Vorversuche. — Es ist klar, daß auch ganz andersartige Aufgaben an die Stelle der hier verwandten treten können. Besonders auf optischem Gebiete ist das der Fall. In Betracht kommen u. a. Rechenaufgaben oder Erkennung von Druckfehlern (bei Worten von 6—8 Buchstaben). Wesentlich ist stets, daß die Aufgabe eine echte Aufmerksamkeitsleistung verlangt, also durch Übung und Gewöhnung nicht diesen Charakter verliert. Aus diesem Grunde dürfen die gewählten Reizunterschiede nicht allzu groß sein. Die Verwertung der Protokolle ergibt sich aus den Bemerkungen, die eingangs über Zweck und Prinzip der Methode gemacht worden sind.

Es fragt sich, welche theoretische Bedeutung dem Ergebnis zukommt, d. h. ob die Tatsache der Enge für oder gegen die assoziations- oder funktionspsychologische Auffassung derselben spricht.

Erwähnt sei, daß der Nachweis der Enge keineswegs ausschließlich an die Feststellung von Ausfallserscheinungen gebunden ist. Deren Zahl kann infolge der unvermeidlichen Mitwirkung des unmittelbaren Gedächtnisses gemindert werden, besonders bei leichten bzw. allzu leichten Aufgaben. Durch Messung der Reaktionszeiten bei Einzel- und Doppeldarbietung läßt sich die Folge der Erlebnisse im Falle von Doppelleistungen dartun: in Gestalt von Zeitverlängerungen.

IV. Versuche zur Messung der Geschwindigkeit der Aufmerksamkeitswanderung.

Die Versuche über die Enge des Bewußtseins zeigen, daß der gleichzeitige Vollzug zweier verschiedener Leistungen nicht oder wenigstens nicht ohne wesentliche Beeinträchtigung möglich ist. Es erhebt sich daher die Frage, welcher Zeitabstand der Reize die störungsfreie Lösung beider Aufgaben ermöglicht. Um die fragliche Reizfolge zu ermitteln, wird das angegebene Verfahren in der Weise abgeändert, daß die beiden Darbietungen nicht gleichzeitig, sondern in gleichmäßig wachsendem Abstände aufeinander folgen: bis zum Verschwinden jeglicher Störung. Deren Sinn kann ein doppelter sein, einmal ist er objektiv als Leistungsausfall zu verstehen, sodann wird er subjektiv gefaßt als Störungsbewußtsein der Vp. Letzteres ist zunächst Gegenstand der Untersuchung. Entsprechend dem Vordruck 29 unten werden die Versuche mit Zeitabständen von 0,3 und 0,6 sowie 0,9 Sek. durchgeführt, wobei jede Stufe mit zehn Beobachtungen zu besetzen ist. In jedem Falle wird unterschieden zwischen dem Vorangehen des optischen oder aber des taktilen Reizes (s. Spalt 1 und 2 der Aussagen), so daß auf jeden Zeitabstand im ganzen zwanzig Beobachtungen entfallen. Bei den angegebenen Abständen wird die Vp im allgemeinen beide Aufgaben lösen. Unabhängig davon ist das Auftauchen und Verschwinden eines Störungserlebnisses infolge der zweiten hinzukommenden Darbietung. Die Vp hat also jedesmal anzugeben, ob der zweite Reiz zu früh im Sinne einer Störung gekommen ist (—), oder ob beide Darbietungen gerade anschließend aufeinander gefolgt sind, d. h. ob die

erste Lösung schon gefunden war, als der zweite Eindruck einsetzte (=); oder endlich, ob zwischen beiden Erlebnissen eine Pause war derart, daß nach Feststellung des ersten Urteiles der zweite Reiz erwartet wurde (—+).

Das Ergebnis wird graphisch dargestellt. (Abszisse = Zeitabstand, wobei auch der Wert Null einzusetzen ist; Ordinate = Anzahl der Urteile, geschieden nach den drei Arten.) Bei Zeitabstand Null ist die Störung als 100%ig anzunehmen auf Grund der Versuche zur Enge. Es zeigt sich zunächst eine bestimmte, in der Nähe der Gleichzeitigkeit gelegene Störungszone. Sie erlaubt eine Schwellenbestimmung für den Zeitpunkt des Verschwindens der Störung und damit eine Messung der Störungsdauer. Vergleichende Reaktionsversuche bezl. der Lösungszeit der verwandten Aufgaben haben ergeben, daß die Phase der Störung merklich gleich ist der Zeit, welche die Urteilsfindung beansprucht. — Von besonderer Bedeutung ist nun der Verlauf der Anschlußurteile. Er weist einen ausgeprägten Gipfelpunkt auf d. h. einen typischen Wert für die störungsfreie Folge. Dieser ist größer als die Störungszeit, die Dauer der ersten Leistung also, zieht man letztere von der fraglichen Anschlußzeit ab, so stellt der Rest die gesuchte Dauer dar, welche die Aufmerksamkeit braucht, um von einem Eindruck zum anderen überzugehen. Der betreffende Wert kann noch genauer ermittelt werden durch Berechnung des Idealgebietes der Anschlußurteile, die zwischen Störungsschwelle und Gipfelpunkt für den Anschluß liegen. (S. die Formel zur Berechnung der Gleichheitszone in § 2; für die Störungsschwelle dient die Gleichung des Wertes S_u .)

Zur genaueren Ermittlung des gesuchten Zeitwertes sind mehr und kleinere Stufen für den Zeitabstand erforderlich: 0,2–0,4–0,6–0,8–1,0–1,2 Sek., sofern nicht die Reizskala in Zehntel Sekunden eingeteilt wird.

Ganz kleine Zeitabstände — bemessen nach Hundertstel Sekunden — innerhalb eines Gesamtbereiches von 0,1–0,2 Sek. werden benötigt, um den Übergang zum ausfallfreien Zeitabstand festzustellen. Was die Herstellung dieser und anderer Zeitfolgen betrifft, so bedarf es genauer Messungen mittels eines Chronoskopes nach d'Arsonval oder Hipp. Maßgebend für die Änderung ist jedenfalls der Abstand des Tachistoskopes (Momentverschlusses) von der Welle des Triebbrades und seine Feineinstellung durch die Schraube S (Abb. 85). Bezl. der Einzelheiten ist auf die einschlägige Veröffentlichung von A. Mager zu verweisen (s. Quellenachweise).

[Vgl. hierzu § 11 VII.]

V. Störungsversuche.

Die Tatsachen, die als Unaufmerksamkeit und Störung bezeichnet werden, ergeben sich als notwendige Folge aus der Enge des Bewußtseins: dem Umstande, daß bestimmte Leistungen und Erlebnisse nicht zu gleicher Zeit stattfinden können (Ausschließlichkeit des Verlaufes von einem Vorgange mit Bezug auf einen anderen). Zur genaueren Prüfung dieses Sachverhaltes dienen sog. Störungsversuche. Sie beruhen auf dem Grundsatz der Doppelleistung. Die Vp soll gleichzeitig zwei Tätigkeiten vollziehen, deren jede für sich allein ohne Schwierigkeit und in bekanntem

Ausmaße gelingt. Die Versuche werden zweckmäßig so durchgeführt, daß jede Leistung zunächst für sich allein geprüft wird (10—15 Minuten), danach beide zusammen, worauf sich eine Wiederholung der beiden ersten Versuche anschließt (stets je 5 Minuten Zwischenpause). Bei dem Vergleich zwischen den Einzel- und Doppelleistungen ist für die ersteren das Mittel zugrunde zu legen. Außerdem gibt das Zeugnis der Selbstbeobachtung einen Maßstab für die jeweils vorhandene Störung. Letztere ist wesentlich bedingt durch die Möglichkeit einer einheitlichen Zusammenfassung beider Leistungen seitens der Vp oder eines raschen Wechsels ihrer Einstellung, endlich durch die Automatisierung. Mit Rücksicht auf letztere ist der Einfluß der Wiederholung und damit der Übung und Gewöhnung auf den Erfolg bei Doppelleistungen gesondert zu untersuchen. Die genannten Umstände hängen ihrerseits wesentlich von der Art und Schwierigkeit der Tätigkeiten ab, die daher zwecks Untersuchung entsprechend abzuändern sind. Geeignete Leistungen sind aus dem Vordruck zu entnehmen. Für das Addieren und Rechnen überhaupt werden Kraepelin'sche Rechenhefte oder Rechenbogen verwandt (s. § 13). Beim Addieren im Kopf genügt es, am Schluß die Endsumme an der betreffenden Stelle anzuschreiben. — Am Schluß jedes Versuches, besonders der Doppelleistungen, beschreibt die Vp ihre Arbeitsweise. Der Gewöhnungseinfluß wird bei der letzten Versuchsart des Vordruckes durch mehrfache Wiederholung festgestellt.

Vordruck 30.

| Art der Doppelleistung | Ergebnisse bei | | | Doppel- leistung | Unter- schied |
|--|----------------|----------|--------|---------------------|------------------|
| | 1. Vers. | 2. Vers. | Mittel | | |
| Addieren einstelliger Zahlen im Kopf mit aufsteigender Summe. Dazu Markieren von Metronomschlägen (20 in der Min.) durch Klopfen oder Markieren von jedem vierten Schlag oder Aufsagen eines geläufigen Gedichtes. | | | | | |
| Schreiben der Zahlenreihe unter ab- wechselndem Überspringen von 1 und 2 Einheiten (mit der linken Hand). Dazu Mit der rechten Hand: Fortlaufendes paarweises Addieren oder Multiplizieren mit 2. | | | | | |
| Alphabetschreiben. Dazu Zählen von 200 an. | | | | | |

Allgemein sei bemerkt, daß Störungsversuche im weiteren Sinne d. h. Versuche mit irgendwelchen Nebenreizen (Geräuschen, Gerüchen, Berührungen, Lichtern, insbesondere seitlichen) eine große Bedeutung besitzen für die Untersuchung der Ablenkbarkeit.

[Vgl. § 10, Die Enge des Bewußtseins, ferner § 13, Arbeitsversuche und Schwierigkeitsbestimmungen.]

VI. Abstraktionsversuche.

Unter Abstraktion wird hier ein Prozeß verstanden, durch den es gelingt, einzelne Teilinhalte des Bewußtseins hervorzuheben, andere dagegen zurücktreten zu lassen. Der Zusammenhang dieses Vorganges mit der Enge resp. dem begrenzten Umfange des Bewußtseins ist leicht zu erkennen: negative Abstraktion, d. h. das Zurücktreten ist augenscheinlich eine Folge davon.

Der Abstraktionsvorgang soll nachgewiesen und quantitativ näher bestimmt werden durch Beobachtungen an optischem Material: an verschiedenfarbigen sinnlosen Silben, die in einem kreisförmigen Gesichtsfeld wechselnd angeordnet sind (Abb. 86).

Vordruck 31.

| Aufgabe | Zahl der richtigen Aussagen über | | | |
|-----------------------------|----------------------------------|----------|------------|------|
| | Farbe | Stellung | Buchstaben | Zahl |
| 1. Beachtung der Farbe | | | | |
| 2. Beachtung der Stellung | | | | |
| 3. Beachtung der Buchstaben | | | | |
| 4. ohne beachtete Aufgabe | | | | |



Abb. 86.

Zur Regelung der Beobachtungsdauer (0,2 Sek.) dient das in § 7 beschriebene Tachistoskop.

Da ein größeres Gesichtsfeld benötigt wird, dient die Rückwand als Kartenträger (s. Abb.). Fixation und Akkommodation vor der Darbietung werden in diesem Falle durch ein kleines Loch im Fixationspunkt des Momentverschlusses ermöglicht.

Bei den Versuchen werden fünf verschiedene Tafeln verwandt, von denen jede viermal im Laufe einer Versuchsreihe dargeboten wird. Bei jeder Darbietung ist die Aufgabe der Vp eine andere, und zwar sollen abwechselnd

1. die Farbe,
 2. die Stellung,
 3. die Buchstaben (der Wortlaut der Silben) aufgefaßt werden.
- Dazu kommt

| Nr. | Jeweilige | | Aussagen über | | |
|-----|-----------------|--------|---------------|------------|----------|
| | Aufgabe: | Tafel: | Farben | Buchstaben | Stellung |
| 1 | Farbe | 1 | | | • |
| 2 | Stellung | 5 | | | • |
| 3 | keine besondere | 2 | | | • |
| 4 | Buchstaben | 3 | | | • |
| 5 | keine besondere | 4 | | | • |
| 6 | Buchstaben | 5 | | | • |
| 7 | Farbe | 2 | | | • |
| 8 | Stellung | 4 | | | • |
| 9 | keine besondere | 3 | | | • |
| 10 | Stellung | 1 | | | • |
| 11 | Farbe | 3 | | | • |
| 12 | Stellung | 2 | | | • |
| 13 | Farbe | 5 | | | • |
| 14 | Buchstaben | 1 | | | • |
| 15 | Buchstaben | 4 | | | • |
| 16 | keine besondere | 1 | | | • |
| 17 | Buchstaben | 2 | | | • |
| 18 | Stellung | 3 | | | • |
| 19 | Farbe | 4 | | | • |
| 20 | keine besondere | 5 | | | • |

4. die Beobachtung ohne besondere Aufmerksamkeitsrichtung, d. h. die Vp sucht ohne vorgeschriebene oder absichtliche Auswahl soviel wie möglich zu behalten. Ferner sind Nullversuche am Platz.

Das Protokollschemata 32 enthält die Reihenfolge, in der Anweisung und Tafeln wechseln sollen (20 Versuche im ganzen): dieselben Eindrücke werden unter dem Einfluß der verschiedenen Aufgaben erfaßt. Nach jeder Darbietung sagt die Vp alles aus, was sie behalten hat von dem Geschehen, von den Farben, den Buchstaben und der Stellung der Silben: letztere trägt sie selbst in den Vordruck (um die Punkte) ein. Die besondere Aufgabe wird dabei stets zuerst beantwortet. Ist keine gegeben, so hat die Reihenfolge der Angaben bezl. Farbe, Wortlaut und Stellung regelmäßig zu wechseln. Nach 10 Versuchen kann der Beobachter wechseln. Die Unwissentlichkeit des Verfahrens ist insoweit zu wahren, als die Vpen das Material nicht vorher lesen und auch von der Reihenfolge der Darbietungen nichts wissen dürfen.

Die Aussagen sind folgendermaßen zu verwerten: Für jede Art der Aufgabe wird die Zahl der richtigen Angaben festgestellt und in den Vordruck 31 eingetragen. Die relative Größe der einzelnen Ziffern läßt den Einfluß der Aufgabe erkennen, besonders wenn man die Werte berücksichtigt, die ohne bestimmte Aufmerksamkeitsrichtung gewonnen sind. Bemerkt sei noch, daß die Versuche eine vereinfachte Form der ursprünglichen darstellen: es fragt sich also, in welcher Beziehung sie sich noch genauer und vollständiger gestalten lassen. Das gleiche gilt von der Verwertung der Ergebnisse.

[Vgl. hierzu § 8 IV 3, VI und VIII 1, ferner § 8 IX 5 und § 9 V.]

VII. Versuche mit gebundenen Assoziationen nach der Methode der systematischen Selbstbeobachtung.

Der Vp wird nach einem vorbereitenden „Jetzt“ ein Wort zugerufen oder optisch dargeboten, worauf sie mit einem anderen zu antworten hat, das — je nach der Aufgabe — einen unter-, über- oder nebengeordneten Begriff zum Reizwort darstellt (Vordruck 33: entsprechende Reizwörter sind vor Versuchsbeginn einzutragen). Zugleich stellt der VI die Reaktionszeit, d. h. die Zeit zwischen der Darbietung des Reizwortes und dem Aussprechen des Reaktionswortes mit Hilfe der Stoppuhr fest. Nach der Nennung des Reaktionswortes beschreibt die Vp möglichst getreu ihr Erlebnis, von dem „Jetzt“ an gerechnet, bis zur Erfüllung der Aufgabe, während der VI die Aussagen zu Protokoll nimmt (auf besonderem Blatt).

Für die Verwertung der Ergebnisse sind folgende Gesichtspunkte maßgebend:

1. Die zusammengehörigen Wortpaare sind zu untersuchen auf ihre Beziehung zueinander, ob das Reaktionswort den gestellten Bedingungen entspricht oder nicht. Bezeichnende logische Fehler treten auf.

2. Die gemessenen Zeiten geben Aufschluß über die Dauer der Ergebnisse, die zur Auffindung des Reaktionswortes geführt haben. Damit ist zugleich ein Maßstab für die Schwierigkeit der drei verschiedenen Leistungen gegeben. Außerdem stellen die Zeitwerte eine gewisse Prüfung für die

[illegible]

beschreibenden Aussagen dar: ein Mißverhältnis zwischen Reaktionszeit und Reichhaltigkeit in den angegebenen Erlebnissen wird unter Umständen die Zuverlässigkeit der Aussagen in Frage stellen.

3. Die Beschreibungen der Erlebnisse sind daraufhin zu untersuchen, ob sie auf unanschauliche Bewußtseinsvorgänge, d. h. Inhalte, die nicht den anschaulichen Charakter der Erinnerungsbilder von Empfindungen an sich tragen (sog. Bewußtheiten), hindeuten.

Bleibt das Ergebnis auf Grund der zunächst gewonnenen Aussagen unentschieden, so werden die Versuche fortgesetzt. Dabei kann der VI versuchen, durch vorsichtig gestellte Fragen, die nicht in einem bestimmten Sinne beeinflussend wirken, näheren Einblick in die Erlebnisse und ihre Beschaffenheit zu erhalten. Endlich kann man auch eine Anweisung dahin erteilen, bei den Beschreibungen besonders auf Erlebnisse von der fraglichen Art zu achten.

Die hier angegebenen Versuche sind nur ein Beispiel für die Methode der systematischen Selbstbeobachtung. Es entsteht daher die Frage, bei welchen sonstigen Übungsversuchen das Verfahren noch mit Vorteil angewandt werden kann. Es ist weiter klar, daß an die Stelle der Unter-, Über- und Nebenordnung auch ganz andere Beziehungen treten und so untersucht werden können, z. B. das Ganze und der Teil oder Ursache—Wirkung, ferner Mittel—Zweck. Damit sind Fingerzeige für weitere Versuchsreihen gegeben.

[Vgl. hierzu § 11 VII und § 12 IV; wichtig für die Denkpsychologie ist ferner § 11 VIII.]

VIII. Versuche zur Begriffsbildung.

Die beiden folgenden Versuche erfassen verschiedene Seiten der Begriffsbildung und sollen vor allem einen Einblick in die methodischen Möglichkeiten vermitteln. Sie sind nur für fortgeschrittene Teilnehmer des Praktikums bestimmt.

1. Versuche nach dem Suchverfahren.

Als Reize dienen zunächst sechs weiße Pappkörper, passend für Handgröße (erste Halbgruppe):

| | | |
|---|--|------------|
| 2 | gleich große, aber verschieden schwere | Würfel, |
| 2 | " | " |
| 2 | " | " |
| 2 | " | " |
| 2 | " | " |
| 2 | " | " |
| | | Pyramiden, |
| | | Zylinder. |

(Gewichtsverhältnis etwa 1:2, jedenfalls deutlicher Unterschied.) Die zugehörige zweite Halbgruppe entspricht genau der ersten, nur daß alle Körper kleiner sind. — Derselbe Satz ist noch dreimal vorhanden, aber in anderen Farben (rot, grün, blau). Im ganzen sind es also 48 Stück: $4 \times 2 \times 6$. An jedem Körper ist ein Zettel mit einem sinnlosen Wort angebracht:

| | | |
|---------------|---------|--------------------------------|
| Dasselbe Wort | (Garun) | an allen großen schweren, |
| " | " | (Ras) " " " leichten, |
| " | " | (Taco) " " " kleinen schweren, |
| " | " | (Fag) " " " leichten. |

Diese sinnlosen Lautverbindungen sollen im Laufe des Versuches zu Allgemeinnamen für die betreffenden Körper werden.

Das Verfahren selbst zerfällt in drei Abschnitte: Einübungs-, Such- und Prüfperiode. Bei der Einübung (dem Lernen) hebt die Vp wiederholt (2—3mal) die zuerst symmetrisch, dann in bunter Anordnung aufgestellten Körper und liest jedesmal die zugehörigen sinnlosen Worte. Sie soll sich den Zusammenhang zwischen diesen und der besonderen Beschaffenheit des Körpers merken. (Stiftung einer Assoziation.) — Bei dem Suchen werden die Zettel entfernt, und die Vp bekommt den Auftrag, die Körper herauszusuchen, auf denen Garun gestanden hatte, dann die mit Ras usw. Es soll so die Aufmerksamkeit auf die für die Bedeutungsfunktion wichtigen Eigenschaften der (Größe und Schwere gelenkt werden. (Aktives Lernen.)

In der Prüfperiode wird festgestellt, inwieweit die an sich sinnlosen Worte durch ihre besondere Verwendung innerhalb der Versuchsanordnung tatsächlich einen Sinn oder eine Bedeutung erlangt haben. Dies geschieht durch folgende und verwandte Fragen:

1. Was ist schwerer, Garun oder Taco?
2. Wie unterscheiden sich Garun und Fag?
3. Haben die Lautverbindungen einen Sinn und welchen?

Das signifikative Moment, das Werden der darstellenden Wortfunktion, läßt sich deutlich nachweisen. Die Versuche, die auch bei Kindern anwendbar sind, erfordern sorgfältige Protokolle, diese ihrerseits eine eingehende Bearbeitung.

Für das Suchverfahren ist bezeichnend, daß die verwandten Eindrücke als solche sinnvolle Gebilde (eben Pyramiden usw.) sind: ein Umstand, der möglicherweise von Einfluß auf die Versuche bzw. die Ergebnisse ist. In dem Verständigungsverfahren werden deshalb als Reize Gruppen sinnloser Silben, also an sich sinnlose Eindrücke verwandt, für die andere sinnlose Silben zu Namen werden sollen. Bei einer dem Suchverfahren entsprechenden Durchführung sind die Ergebnisse indessen wesentlich die gleichen.

2. Versuche nach der Methode der Wortpaare.

Der Vp, die in der Selbstbeobachtung einige Übung besitzen muß, werden nicht einzelne Worte, sondern Wortpaare geboten mit der Aufgabe, den nächst übergeordneten Begriff zu bilden. Die Formulierung soll möglichst kurz sein, Neubildung von Wörtern ist erlaubt. Im Anschluß an die Lösung der Aufgabe hat die Vp ihr Erlebnis zu beschreiben. Letzteres wird stenographisch aufgenommen. Die Dauer der Leistung wird mittels Stoppuhr gemessen (vgl. die Assoziationsversuche). Ein geeignetes Protokollformular ist sorgfältig vorzubereiten nach dem Muster dieser Versuche mit entsprechendem Raum für die Erlebnisbeschreibung. Man führt etwa 20 solcher Versuche aus, wobei die Vp wechseln kann. Die entsprechenden Wortpaare sind vorher in passender Weise zusammenzustellen. Der Erfolg des Versuches ist wesentlich von der zweckmäßigen Auswahl abhängig. Vor allem muß der Unterschied zwischen abstrakten und konkreten Begriffen berücksichtigt werden: wesentlich ist ferner, ob es sich um nahe zusammengehörige oder weit auseinandergehende Begriffe handelt. (Schwierigkeit der Aufgabe.) Neben Dingwörtern sind auch Eigenschafts- und Tätigkeitswörter zu verwenden. Eine geeignete Zusammenstellung von Wortpaaren enthält die Originalarbeit von Willwoll S. 61—62 (siehe Quellennachweise).

Als Beispiele und zugleich als Erläuterung für die Vp dienen folgende Aufgaben, denen die Lösung beigelegt ist:

Frühling—Kindheit (Frühstadium einer Entwicklung),
Blumentopf—Käfig (Behälter für Organismen),
Zynismus Frivolität (wertfeindliche Haltungen).

Was die Auswertung der Erlebnisbeschreibungen betrifft, so sind nachstehende Gesichtspunkte zu beachten:

1. Die Art, wie die gegebenen Begriffe bewußt waren; die Rolle der anschaulichen Vorstellungen dabei.

2. Das Verfahren, das zur Lösung eingeschlagen worden ist. Unter anderem handelt es sich um die Verwendung eines antizipierenden Schemas.

3. Der Unterschied zwischen bewußtem und unbewußtem Denken.

4. Die Beurteilung der Schwierigkeit der Aufgaben: vgl. hierzu die Zeitmessung wie die Lösungsart. Im Anschluß daran erhebt sich die Frage nach der Brauchbarkeit des Verfahrens als Intelligenztest.

[Vgl. hierzu die Assoziationsversuche § 10 und 11.]

K. Bühler, Aufmerksamkeit. Handwörterbuch. d. Naturw. Jena 1913.

E. Dürr, Die Lehre von der Aufmerksamkeit. 2. Aufl. Leipzig 1914.

Eine brauchbare Einzeldarstellung.

W. Stern u. O. Wiegmann, Methodensammlung zur Intelligenzprüfung von Kindern und Jugendlichen. 3. Aufl. Zeitschr. f. ang. Psychol., Beih. 20. Leipzig 1926.

W. Peters, Das Intelligenzproblem und die Intelligenzforschung. Eine Auseinandersetzung mit W. Stern. Zeitschr. f. Psychol., Bd. 89, 1922.

E. Stern, Die diagnostische Bedeutung der Intelligenzprüfungen. Praktische Differentialdiagnostik, Bd. III. Dresden u. Leipzig 1930.

Lehrreiche, knappe Übersicht.

J. Lindworsky, Psychische Vorzüge und Mängel bei der Lösung von Denkaufgaben. Zeitschr. f. angew. Psychol., Bd. 18, 1920.

Ein wertvoller Beitrag zum Intelligenzproblem.

W. Wirth, Die experimentelle Analyse der Bewußtseinsphänomene. Braunschweig 1908.

Das umfangreiche, nicht leicht geschriebene Buch beschäftigt sich eingehend mit der Aufmerksamkeit und dem Umfange des Bewußtseins.

R. Pauli, Die Enge des Bewußtseins und ihre experimentelle Untersuchung. Arch. f. d. ges. Psychol., Bd. 74, 1930.

Zusammenfassende Darstellung; Quellennachweise.

A. Mager, Neue Versuche zur Messung der Geschwindigkeit der Aufmerksamkeitswanderung. Arch. f. d. ges. Psychol., Bd. 53, 1925.

Die Versuche im Text gehen auf diese Arbeit zurück.

K. Bühler, Denken. Handwörterb. d. Naturw. Jena 1913.

B. Erdmann, Umriss zur Psychologie des Denkens. Tübingen 1908.

O. Külpe, Über die moderne Psychologie des Denkens. Internationale Monatsschrift für Wissenschaft, Kunst und Technik, Juni 1912.

Ähnlich wie der vorhergehende Artikel Bühlers eine knappe Zusammenfassung.

A. Messer, Empfindung und Denken. Leipzig 1908.

Eine monographische Behandlung der Denkpsychologie.

K. Bühler, Die geistige Entwicklung des Kindes. 3. Aufl. Jena 1922.

Dies für Pädagogik wie Psychologie gleich wertvolle Buch berücksichtigt eingehend die Denkpsychologie.

R. Hönigswald, Prinzipienfragen der Denkpsychologie. Berlin 1913.

R. Hönigswald, Die Grundlagen der Denkpsychologie. 2. Aufl. Leipzig 1925.

O. Külpe, Versuche über Abstraktion. Ber. ü. d. I. Kongr. f. experim. Psychol. Leipzig 1904.
Die Arbeit bildet die Quelle für die betreffenden Übungsversuche.

A. A. Grünbaum, Über die Abstraktion der Gleichheit. Ein Beitrag zur Psychologie der Relation. Arch. f. d. ges. Psychol., Bd. XII, 1908.

Eine der wichtigsten Untersuchungen zur Abstraktion.

- W. Eliasberg, Psychologie und Pathologie der Abstraktion. Zeitschr. f. angew. Psychol., Beih. 35, 1925.
- A. A. Grünbaum, Untersuchungen über die Funktionen des Denkens und des Gedächtnisses. Arch. f. d. ges. Psychol., Bd. 36, 37, 38, 1917—19.
- A. Wenzl, Das unbewußte Denken. Karlsruhe 1927.
- A. Willwoll, Begriffsbildung. Leipzig 1926.
- Die Versuche mit Wortpaaren stützen sich auf diese Arbeit, die auch eine Übersicht über den gegenwärtigen Stand der Forschung gibt.
- N. Ach, Über die Begriffsbildung. Untersuchungen z. Psychol., Philos. u. Päd., herausg. von N. Ach, Bd. 3, 1921.
- Versuche nach der Such- und Verständigungsmethode.
- N. Ach, Über die Willenstätigkeit und das Denken. Göttingen 1905.
- Bahnbrechende Untersuchung nach der Methode der systematischen Selbstbeobachtung.
- H. Watt, Experimentelle Beiträge zu einer Theorie des Denkens. Arch. f. d. ges. Psychol., Bd. 4, 1904.
- Versuche mit gebundenen Assoziationen.
- J. Lindworsky, Das schlußfolgernde Denken. Experimentell-psychologische Untersuchungen. Freiburg 1916.
- Die erste Untersuchung dieser Art, die alle vorausgegangenen denkpsychologischen Arbeiten sorgfältig berücksichtigt.
- A. Brunswig, Das Vergleichen und die Relationserkenntnis. Leipzig u. Berlin 1910.
- Ein wertvoller Beitrag zur Denkpsychologie.
- O. Selz, Über die Gesetze des geordneten Denkverlaufs. Stuttgart 1913.
- O. Selz, Zur Psychologie des produktiven Denkens und des Irrtums. Bonn 1922.
- O. Selz, Komplextheorie und Konstellationstheorie. Zeitschr. f. Psychol., Bd. 83, 1919.
- Die drei Arbeiten von Selz bilden ein zusammenhängendes Ganzes, die letzte gibt eine lehrreiche Auseinandersetzung mit Kritikern und arbeitet den Grundgedanken klar heraus.
- O. Selz, Die Gesetze der produktiven und reproduktiven Geistestätigkeit. Bonn 1924.
- H. Maier, Psychologie des emotionalen Denkens. Tübingen 1908.
- Wichtig auch für verwandte Gebiete (Phantasie).

§ 11. Gedächtnis und Phantasie.

I. Allgemeines.

1. Grundbegriffe.

Unter dem Gedächtnis versteht man die Tatsache, daß sich unter den Bewußtseinsvorgängen solche befinden, die als Nachwirkung bereits früher verlaufener Prozesse (z. B. von Empfindungen) aufzufassen sind und von dem Subjekt auch meist mit dem Bewußtsein, daß es sich um bereits gehabte Eindrücke handelt, erlebt werden. Dieses Bewußtsein findet unter anderen seinen Ausdruck in der Erinnerungsgewißheit, die ihrerseits verschiedene Grade annehmen kann.

Bei den Nachwirkungen handelt es sich hauptsächlich — wenn man von solchen wie Ermüdung, Übung, Gewöhnung oder gar Vererbung absieht — um zwei verschiedene Arten: um die Vorgänge des Wiedererkennens und um die Erinnerungsbilder der Empfindungen, die Vorstellungen. Letztere sind den zugrunde liegenden Empfindungen ähnlich, unterscheiden sich aber von ihnen durch ihre Unvollständigkeit, ihren schwankenden Charakter und den Mangel an sinnlicher Lebhaftigkeit. Sie werden außerdem nicht aus dem Individuum herausverlegt, sondern als innerer Vorgang, als Erzeugnis eigener Tätigkeit aufgefaßt und mit dem Bewußtsein des Nicht-Wirklichen, Nicht-Gegenwärtigen verknüpft.

Das Auftreten der Vorstellungen wie die Tatsache der Wiedererinnerung ist als eine Neu belebung zentraler Spuren aufzufassen, welche die Ausgangsprozesse hinterlassen haben.

Der Ablauf der Vorstellungen ist nicht durch Reize bestimmt in dem Sinne, wie dies bei den Empfindungen der Fall ist. Maßgebend für ihr Auftreten sind hauptsächlich die Beziehungen, in denen die Vorstellungen untereinander stehen auf Grund der Zeitverhältnisse, in denen die zugrunde liegenden Prozesse gegeben waren: Die Erinnerungsbilder pflegen in der Reihenfolge der ursprünglichen Eindrücke aufeinanderzufolgen (Berührungs-assoziatio n). Damit ist zugleich gesagt, daß nicht nur die einzelnen Inhalte im Gedächtnis beharren, sondern auch ihre Ordnung. Diese Gesetzmäßigkeit genügt indessen nicht zur Erklärung des wirklichen Vorstellungsa blaufes, vielmehr kommen noch eine Reihe anderer Bedingungen dafür in Betracht: unter anderen Gefühls wert und logische Beziehungen der Vorstellungen, z. B. die der Ähnlichkeit.

Die Berücksichtigung der letzteren hat zu der Unterscheidung von einem mechanischen und einem logischen Gedächtnis geführt. Unter diesem versteht man im Gegensatz zu jenem solche Vorstellungsv erläufe, für die kein zufälliges zeitliches Zusammengebe nsein der ursprünglichen Eindrücke, sondern gedankliche und logische Verhältnisse maßgebend sind.

Jede Gedächtnisspur läßt mit der Zeit nach: Vergessen; damit ist auch eine Lockerung der ursprünglichen Anordnung der Elemente gegeben: Die Voraussetzung einer besonderen Art von Bewußtseinsinhalten, der sog. Phantasievorstellungen, im Gegensatz zu Gedächtnis- oder Wahrnehmungsvorstellungen. Infolge der veränderten Anordnung der Elemente weichen die Phantasievorstellungen mehr oder weniger von der erfahrungsmäßigen Grundlage ab. (Beispiel: Baum mit goldenem Stamm und silbernen Blättern.)

Das Wesen der Phantasievorstellung ist durch diese negative Seite, d. h. als bloße Abweichung, nicht ausreichend gekennzeichnet. Die in ihr vorhandenen neuartigen Beziehungen der Elemente sind nicht einfach das zufällige Ergebnis des Vergessens, sondern besitzen meistens bestimmte Bedeutungen. Damit ist die Frage nach einer Beziehungsauffassung gegeben, die hier etwa anzunehmen wäre. Die Psychologie der Phantasie tätigkeit weist somit auf die Denkpsychologie zurück (vgl. S. 148).

Von den Gedächtnisvorstellungen und auch den Nachempfindungen sind wohl zu unterscheiden die ihnen verwandten eidetischen Erscheinungen: Erlebnisse, die sich als unmittelbare Nachwirkungen der Wahrnehmungen einstellen, die gleiche Anschaulichkeit besitzen (im Gegensatz zu den Vorstellungen) und die sich so den Halluzinationen nähern, d. h. empfindungs- und wahrnehmungsähnlichen Erlebnissen, bei denen der zugehörige Reiz fehlt. — Die eidetische Veranlagung tritt vereinzelt auf, am häufigsten im jugendlichen Alter (zwischen 11 und 16 Jahren, also während der Geschlechtsreife).

2. Methodik.

I. Die meisten gebräuchlichen Gedächtnismethoden prüfen die Stärke von Gedächtnisspuren sowie die Festigkeit ihres Zusammenhanges auf Grund bestimmter, zahlenmäßig festzulegender Leistungen.

1. Der Lernstoff bei Gedächtnisversuchen.

An dem Gedächtnisstoff, der den Versuchen zugrunde gelegt wird, muß vor allem die Anforderung der Gleichwertigkeit der einzelnen Glieder gestellt werden. Ist diese nicht vorhanden, so spielt ein unbestimmter Faktor in die Versuche herein, der die Brauchbarkeit der Ergebnisse in Frage stellt. Aus diesem Grunde kommen keine bekannten Eindrücke in Betracht, weil sich kein Maß für diese Eigenschaft aufstellen läßt. Der Forderung eines in seinen Gliedern möglichst gleichartigen Gedächtnismaterials werden am besten die sog. sinnlosen Silben gerecht, die fast ausschließlich bei solchen Versuchen benutzt werden. Sie sind nach dem Grundsatz gebaut, daß zwischen zwei Konsonanten je ein Vokal zu stehen kommt; sie können in genügend großer Anzahl hergestellt werden und eignen sich für kurzdauernde Auffassung, wie sie meist in Frage kommt.

| | |
|--------|------|
| peis | luk |
| zün | |
| reup | peis |
| nosch | |
| luk | dat |
| jim | |
| bez | bez |
| schach | |
| tauf | reup |
| mäl | |
| dat | tauf |
| gör | |

Abb. 87.

Wesentlich ist, daß Anklänge an bekannte Worte ganz vermieden werden. Diese Bedingung erfüllen die gedruckt erschienenen Gedächtnisstreifen, von denen einer in Abb. 87 wiedergegeben ist (passend für den Lipmann'schen Gedächtnisapparat). Man beachte den Bau der Silben im einzelnen sowie den Wechsel der Vokale und Konsonanten. In allen folgenden Versuchen werden diese sinnlosen Silben als Gedächtnismaterial vorausgesetzt, wenn nicht etwas anderes ausdrücklich vorgeschrieben ist (z. B. Zahlen oder Zeichnungen).

2.) Von den Methoden der Gedächtnisforschung.

Die verschiedenen Gedächtnismethoden lassen sich in Lernmethoden und in Methoden des Behaltens einteilen. Entweder werden zu einer bestimmten Gedächtnisleistung die zugehörigen Lernbedingungen gesucht oder umgekehrt: letztere sind festgelegt und die entsprechende Gedächtnisleistung ist festzustellen. Diese Unterscheidung entspricht ganz der Gegenüberstellung von Methoden der Reiz- und Urteilsfindung in der Psychophysik.

Weitere Unterschiede innerhalb der hauptsächlichsten Gedächtnismethoden sind bedingt durch die Art der Leistung: dabei kann es sich um Wiedererkennen oder um freie Wiedergabe handeln. Sodann kommt es auf den Maßstab an, mittels dessen man die Größe der Leistung zum Ausdruck zu bringen sucht. Als Einheiten werden verwandt: Die Reihe als Ganzes, dann das einzelne Reihenglied — sei es mit, sei es ohne Rücksicht auf die Ordnung (Stellung) innerhalb der Reihe —, endlich Einheiten innerhalb des Elementes selbst. Dazu gesellen sich noch im Sinne einer Ergänzung die Maßstäbe für die Sicherheit der Gedächtnisleistungen: ein solcher ist subjektiv in einem entsprechenden Bewußtsein gegeben (ganz sicher — sicher — unsicher), objektiv läßt sich die Sicher-

heit mittels der Zeit prüfen, innerhalb deren sich die Leistung vollzieht. Jede der folgenden Verfahrensweisen läßt sich auf eine Verbindung dieser Gesichtspunkte zurückführen.

1. Die Erlernungsmethode bestimmt die Anzahl von Darbietungen (Wiederholungen), die zur erstmaligen fehlerfreien Wiedergabe eines Stoffes gerade erforderlich sind. Es handelt sich also um die Bestimmung einer Schwelle nach dem aufsteigenden Verfahren (vgl. § 2). Eine versuchsweise begonnene, aber nicht selbständig, sondern mit Unterstützung beendigte Reproduktion rechnet dabei als eine Darbietung.

2. Die Ersparnismethode setzt sich aus zweien solcher Lernversuche zusammen. An die erste Erlernung schließt sich eine Pause, die sog. Zwischenzeit. Danach findet die zweite Erlernung in genau derselben Weise statt. Als Maßstab für die Gedächtnisleistung im zweiten Falle dient die Anzahl der Wiederholungen, die im Vergleich zur ersten Erlernung erspart worden sind, kurz, eine relative Anzahl von Darbietungen, während ihre absolute Zahl bei der Erlernungsmethode zugrunde gelegt wird.

3. Die Methode der Gedächtnisspanne bestimmt diejenige Anzahl von Elementen — von einstelligen Zahlen zumeist —, die unmittelbar nach der Darbietung (dem Vorsprechen) von der Vp fehlerfrei wiederholt werden kann (auch Methode der eben unverändert behaltenen Glieder genannt). Sie prüft insbesondere die Merkfähigkeit, die Fähigkeit, neue Inhalte und Assoziationen aufzunehmen. Das Verfahren rechnet wie die beiden ersten zu den Lernmethoden, weil die Lernbedingungen für eine umschriebene Leistung zu suchen sind. Der Unterschied liegt darin, daß diesmal die Gedächtnisleistung nicht vollständig bestimmt ist. Es handelt sich nämlich nicht wie bei den vorangegangenen Methoden um die Wiedergabe eines im voraus genau abgegrenzten Stoffes, sondern diese Grenze ist hier nur mittelbar festgelegt durch die Bedingung, daß die Zahl der Elemente gerade bis zur Grenze der Wiederholungsmöglichkeit reichen soll. Gemeint ist also der Fall, in dem eben noch vollständige Gleichheit zwischen Darbietung und Wiedergabe besteht. Maßstab für die Leistung ist diesmal nicht die Zahl der Darbietungen — sie beträgt stets eins —, sondern die Anzahl der Reihenglieder.

Damit nähert sich die Methode der Gedächtnisspanne bereits den Methoden des Behaltens. Sie verzichten grundsätzlich auf die vollständige Wiedergabe des Gelernten und legen statt dessen die Bedingungen des Lernens von vornherein fest. Sie brauchen demnach einen Maßstab für die Genauigkeit, mit der das Behaltene mit dem Dargebotenen übereinstimmt. Als solcher dient zumeist die Zahl der im Gedächtnis haftenden Reihenglieder.

4. Die Methode der Hilfen z. B., die sich aus den beiden erstgenannten Verfahrensweisen entwickelt hat, stellt fest, wie oft durch Nennung eines fehlenden Gliedes eingeholfen werden muß, um die vollständige Wiedergabe des Gelernten zu ermöglichen. Wert hat also bei diesem Verfahren nur ein Reihenelement, das in der richtigen Ordnung behalten ist. In jedem anderen Falle bedarf es einer Hilfe. Zieht man deren Zahl von der Summe aller überhaupt in Frage kommenden Glieder

ab, so erhält man einen Ausdruck für die Gedächtnisleistung in Gestalt der Anzahl richtig wiedergegebener Ordnungsglieder. Man kann deshalb diese Methode auch zweckmäßig als die Methode der behaltenen Ordnungsglieder bezeichnen.

Als Abart der Methode der Hilfen kann das rezitierende Lernen aufgefaßt werden: Nach ein- oder zweimaliger Darbietung wird sofort die freie Wiedergabe versucht und gegebenenfalls durch bruchstückweise erneute Darbietung ergänzt, indem die Vp von sich aus die fehlenden Glieder bei einer Stockung ergänzt: Methode der selbstgegebenen Hilfen.

5. Das Trefferverfahren stellt eine Abart der eigentlichen Hilfsmethode dar. Bei der Reproduktion werden von vornherein Hilfen geboten durch Nennung je eines Gliedes: des ersten, dritten, fünften usw. Die Reihenfolge kann bunt sein. Die Vp hat lediglich die Aufgabe, das darauffolgende zu nennen. Die gesamte Reihe zerfällt also in Paare von Elementen, deren erstes die Vp jeweils bei der Reproduktion von neuem geboten erhält, um das zugehörige frei wiederzugeben. Alle Reihenglieder mit ungeraden Ordnungsnummern werden wiedergeboten, die mit geraden Ordnungszahlen sind zu reproduzieren. Gelingt dies, so spricht man von einem Treffer. Deren Anzahl gibt — neben der Trefferzeit, — den Maßstab für die Leistung ab. Das ganze Verfahren kann im Vergleich zum vorigen als Methode der paarweis behaltenen, geradzahligten Ordnungsglieder gekennzeichnet werden (s. Abb. 87).

6. Die Methode der behaltenen Glieder verwendet als Maßstab die Anzahl der reproduzierten Elemente ohne Rücksicht auf die Ordnung.

7. Die Rekonstruktionsmethode, noch wenig durchgebildet, stellt nicht nur einige, sondern alle gelernten Eindrücke bei der Reproduktion zur Verfügung. Die Aufgabe der Vp besteht in der Herstellung der ursprünglichen Ordnung. Maßstab ist hier die Zahl der richtig geordneten Glieder, daneben kommt die Größe der begangenen Fehler in Betracht. Man kann von einer Methode der richtig geordneten Glieder sprechen. Grundsätzlich ist das Verfahren auch in Form der Lernmethoden anwendbar.

8. Die Methode der wiedererkannten Glieder, bei der früher dargebotene Eindrücke als solche zu erkennen sind, hat verschiedene Ausgestaltungen erfahren. Ohne daß die Vp darum weiß, können ihr genau die gleichen Lernelemente in unveränderter Reihenfolge zur Wiedererkennung dargeboten werden: Methode der identischen Reihen. Meist mischt man unter die ursprünglichen Eindrücke (Figuren besonders, s. Abb. 88) einige



Material für Wiedererkennungsversuche: Figuren, die sich nicht einfach benennen lassen. Abb. 88.

neue als Vexier- oder Nullversuche: Methode der Vexierreihen. Die Vp kann sich dann nicht auf ihr Wissen um den Sachverhalt verlassen, der ihre Aussagen leicht fälscht.

Bei diesen beiden Formen der Wiedererkennungsmethode ist die aufeinanderfolgende Darbietung der Elemente üblich, besonders auch bei

der Wiedererkennung selbst. Werden die Elemente einer Vexierreihe zur Feststellung der Leistung gleichzeitig dargeboten in Form einer sog. Suchtafel, so kann man von einer Methode der Auswahl sprechen, denn aus einer Anzahl ähnlicher Eindrücke sind die früher gehalten auszuwählen. Das Nebeneinander verwandter Elemente stellt eine Erschwerung für das Wiedererkennen dar. Insofern bedeutet dies Verfahren etwas Neues gegenüber den beiden vorerwähnten Methoden.

9. Die Methode der bestmöglichen Wiedererkennung verzichtet auf die richtige Beurteilung (Erkennung) des einzelnen Eindruckes, die sonst vorausgesetzt wird. Aus ähnlichen, aber quantitativ verschiedenen Elementen (Linien verschiedener Länge etwa) ist früher Dargebotenes herauszufinden. Als Maßstab dient die Größe des dabei begangenen Fehlers. Bei diesem Verfahren wird der Grad der Übereinstimmung zwischen Gelerntem und Leistung nicht wie seither durch die Zahl der erfaßten Elemente ausgedrückt, sondern er hängt von der Eigenart der Reihenglieder ab, d. h. er wird nach Bruchteilen von ihnen angegeben, bei Linien z. B. in Millimetern. Insofern beansprucht die Methode der bestmöglichen Wiedererkennung eine Ausnahmestellung unter den Methoden des Behaltens, die sonst alle mit den irgendwie behaltenen Gliedern als Maßstab rechnen.

Allgemein sei zu den Wiedererkennungsmethoden bemerkt, daß sie sich von den Reproduktionsmethoden grundsätzlich unterscheiden durch die geringere Möglichkeit, die Angaben der Vp auf ihre Richtigkeit hin nachzuprüfen.

Was die angeführten Verfahrensweisen im ganzen angeht, so sind sie dadurch gekennzeichnet, daß sie neugestiftete Gedächtnisspuren (Inhalte oder Zusammenhänge) zum Gegenstande haben. Zur Untersuchung des vorhandenen festen Vorstellungsschatzes, der von frühester Kindheit an im Laufe des Lebens erworben wird, dient der Assoziationsversuch: Der Vp wird ein Wort dargeboten — optisch oder akustisch —, worauf sie das erste Wort, das ihr daraufhin einfällt, zu nennen hat. (Methode der zufälligen oder freien Wortreaktionen.) Die dazwischenliegende Zeit wird gemessen und ist nebst dem Reaktionswort selbst und seinen Beziehungen zum Reizwort für die Verwertung der Versuchsergebnisse maßgebend.

Zu den Methoden rechnet ferner auch die Vorstellungsbeschreibung. Sie kann in Form eines inneren Versuches vor sich gehen, also durch absichtliche Erzeugung irgendwelcher Erinnerungsbilder seitens der Vp. Außerdem kommt das äußere Experiment in Betracht. Es bestimmt durch einen bekannten Reiz zunächst die Wahrnehmung, aus der sich die Vorstellung entwickelt. Letztere kann dann nach einer abgemessenen Zeit von neuem hervorgerufen und beschrieben werden unter Zuhilfenahme eines Vergleiches zwischen Wahrnehmung und Vorstellung.

Allgemein sei zu den Gedächtnisversuchen noch bemerkt:

Die Ergebnisse sind beträchtlichen Schwankungen unterworfen, die durch die jeweilige Verfassung der Vp bedingt sind. Eine Ausschaltung derselben setzt eine größere Anzahl von Versuchen voraus, die sich bei ihrem zeitraubenden Charakter nicht immer verwirklichen lassen. In solchen Fällen darf den Ergebnissen kein großes Gewicht beigemessen werden;

die Versuche bezwecken dann mehr eine Vorführung der betreffenden Methode als die Feststellung brauchbarer Resultate.

Die meisten Gedächtnisversuche können ohne besondere Hilfsmittel ausgeführt werden; sie genügen dann mindestens, um das Prinzip einer jeden Methode anschaulich zu machen. Sollen dagegen genaue Bedingungen bezgl. der Darbietung und Reproduktion eingehalten werden, d. h. soll die Erlernungszeit für das gesamte Material wie für das einzelne Element bestimmt und bekannt sein einschließlich der zwischen den einzelnen Darbietungen verstreichenden Pausen, so bedarf es dazu eines besonderen Apparates, wenn nicht einer ganzen Versuchsanordnung. Für die hier in Betracht kommenden Zwecke eignet sich am besten der Lipmann'sche Gedächtnisapparat; er kann zugleich als Musterbeispiel eines besonders für psychologische Zwecke berechneten Apparates gelten; denn er bringt keinerlei störende Nebeneindrücke für die Vp mit sich, dazu ist bei einfachster Bedienung völlige Betriebssicherheit gewährleistet. Schließlich ermöglicht er eine genaue Bestimmung aller Konstanten.

Der Apparat besitzt ein starkes, fast geräuschlos arbeitendes Uhrwerk mit verstellbarer Geschwindigkeit. An der dem Beobachter zugewandten Seite trägt das Uhrwerk einen Blechschirm, der den freiliegenden Teil des Mechanismus dem Auge der Vp verdeckt und nur durch einen schmalen wagerechten Spalt eine umschriebene Fläche freiläßt. Dicht hinter dem Spalt wird ruckweise eine ebenfalls wagerecht stehende Trommel bewegt, die an einer feststehenden Welle sitzt. Auf die Trommel werden

Papierstreifen mit dem Gedächtnismaterial (s. S. 172) gespannt. Durch die einzelnen Teildrehungen kommen die verschiedenen Elemente der Reihe nach zum Vorschein.

Wie die ruckweise Bewegung zustande kommt, ist aus der Abbildung ersichtlich: An der Trommel ist ein Zahnrad angebracht, etwas weiter unterhalb ein zweites Rad mit zwei vorstehenden Stiften, die bei der Drehung jedesmal gegen einen Zahn stoßen und so

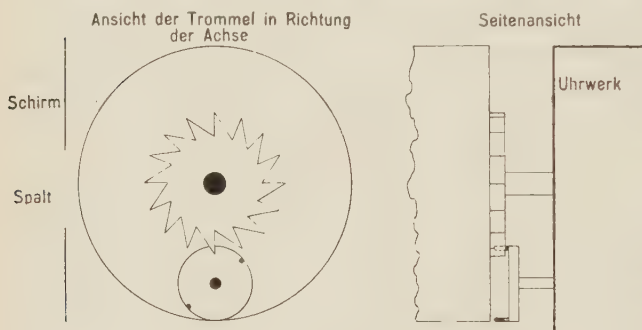


Abb. 89 (M).

die Trommel um einen der Spaltweite entsprechenden Betrag um sich selber drehen. Infolge der Reibung bleibt die Trommel sofort stehen, wenn der Druck gegen den Zahn aufhört. Auf diesem Wege kommt eine gleichförmige, ruckweise Bewegung zustande, die zudem geräuschlos ist, weil die Stifte mit Gummi überzogen sind. Die Brauchbarkeit des Apparates kann noch wesentlich erhöht werden, wenn die Trommel mit einer entsprechenden zweiten zu einer sog. Schleife verbunden wird. Der Papierstreifen mit dem Gedächtnismaterial wird gewissermaßen als Treibriemen über beide gespannt, nachdem seine Enden zusammengeklebt sind. Auf diese Weise können Reihen bis zu 60 Gliedern verwandt werden. Weiter hat sich die Verwendung einer rotierenden, mit veränderlichen Kreisausschnitten versehenen Scheibe hinter dem Spalt als vorteilhaft erwiesen: sie gestattet die Verdeckung der störenden, ruckweisen Fortbewegung der Trommel und erlaubt zugleich, die Darbietungszeiten der Elemente und die Zwischenpausen unabhängig voneinander zu verändern. Endlich ist die Verstellbarkeit eines der Anschlagstifte innerhalb eines Kreisausschnittes zu erwähnen. Es wird dadurch eine rhythmische Darbietung der Elemente ermöglicht.

II. Von den Methoden zur Untersuchung der Phantasietätigkeit sind vor allem drei zu nennen, die seither in der pädagogischen und psychiatrischen Praxis größere Verwendung gefunden haben:

1. Die Masselon'sche Probe: Aus drei Worten ist ein ganzer Satz zu bilden (vgl. § 10).

2. Methode der Bilderreihen: Reihen von Bildern, die denselben Gegenstand mit wachsender Vollständigkeit darstellen, werden der Vp nacheinander vorgelegt. Man stellt die Figur fest, die zuerst eine richtige Deutung auslöst (vgl. § 2 II).

3. Die Kombinationsmethode: Texte mit Auslassungen sind sinngemäß zu ergänzen. Als Maßstab gelten Zeit, Zahl der Fehlleistungen

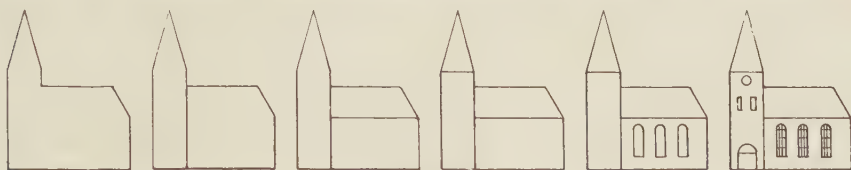


Abb. 90.

und Schwierigkeit der verlangten Ergänzungen. Eine Abart dieser Methode stellt die einfache Satzergänzung dar (vgl. § 10).

4. Geeignet für Massenversuche ist der Rorschach-Test: Ein Blatt Papier, auf dem einige Tintenkleckse gemacht sind, wird in der Mitte gefaltet, so daß die Tinte verläuft, und alle möglichen Figuren entstehen. Sie werden den Vp-en nacheinander oder durch Projektion gleichzeitig geboten mit der Aufgabe, die Kleckse zu deuten: was man sich darunter vorstellen kann (ausführliche Protokolle). Nach Inhalt und Umfang der Angaben ergeben sich bemerkenswerte Unterschiede, die Rückschlüsse auf die Phantasieveranlagung erlauben.

II. Versuche über den Einfluß der Lernbedingungen nach der Treffermethode.

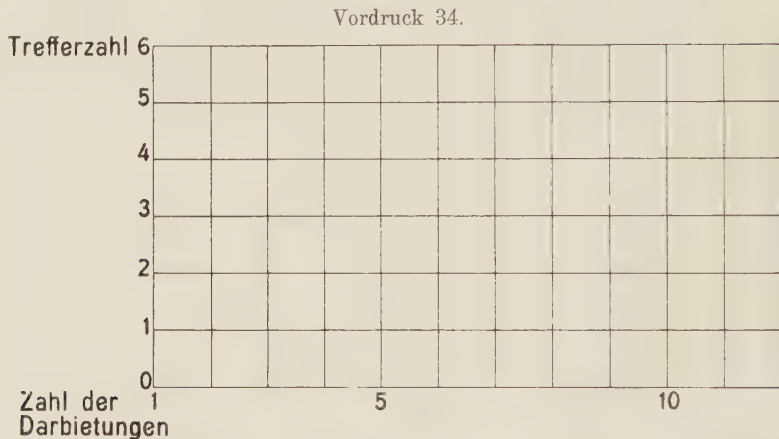
Jede Gedächtnisleistung ist von mannigfachen Umständen bedingt, die sich nach vier Gesichtspunkten ordnen lassen: Es handelt sich um die Art des Lernens, die Beschaffenheit des Lernstoffes, den Einfluß der Zwischenzeit, d. h. der zwischen Erlernung und Reproduktion verstreichen- den Zeit, und schließlich um allgemeine Faktoren, die mit dem Zustand und der Eigenart des Individuums zusammenhängen, wie augenblickliche Disposition, Übung usw. Der folgende Plan für Gedächtnisversuche (Abschnitt II—V) ist so gedacht, daß zunächst je eine Gruppe von Faktoren mit einer Reproduktionsmethode untersucht werden soll.

Gleiche Spannung der Aufmerksamkeit vorausgesetzt, kommen hauptsächlich fünf Umstände bei dem Lernen in Frage, die mittels des Treffer- verfahrens geprüft werden. Die Lerugeschwindigkeit, die Menge und die Verteilung des Lernstoffes und der Wiederholungen; wesentlich für die Art der Auffassung des Lernstoffes sind weiter die Unterschiede von lautem und leisem, von optischem und akustischem Lernen. Ausgangs- punkt und Maßstab für die folgenden Fälle bildet ein Normalversuch mit stillem Lernen, fünf Minuten Zwischenzeit, ausgefüllt mit lautem Lesen eines Textes, sowie drei Wiederholungen bei mittlerer Lerngeschwindigkeit: die Darbietungszeit soll für das einzelne Reihenglied etwa 1 Sek. betragen (12 gliedrige Reihe). Der Versuch wird zunächst zweimal angestellt; das

erste Mal als Vorversuch lediglich zur Übung und Gewöhnung. Am Schlusse der folgenden Versuche wird abermals ein Normalversuch an- gestellt, um die Zuverlässigkeit der zuerst gefundenen Werte zu prüfen. Bei einem größeren Unterschied zwischen beiden Zahlen wird der Mittel- wert genommen. Selbstverständlich hat hier wie in allen übrigen Fällen der Gedächtnisstoff von Versuch zu Versuch zu wechseln.

1. Die Lerngeschwindigkeit wird nach den beiden möglichen Rich- tungen hin verändert, so daß einmal die doppelte, das andere Mal die halbe Darbietungszeit gewählt wird; sie darf jedoch nicht so gering werden, daß die Auffassung, d. h. das Lesen der Zahlen und Buchstaben, selbst beeinträchtigt wird (graphische Darstellung).

2. Bei Untersuchung der Wiederholungszahl ist die Zahl derselben, von Eins beginnend, sprungsweise zu steigern (5—10—12 Darbietungen usw.), bis sämtliche möglichen Treffer erzielt werden. Graphische Darstellung des Ergebnisses: Vordruck 34.



3. Die Pausen zwischen den einzelnen Wiederholungen werden in dem Sinne untersucht, daß statt unmittelbarer Aufeinanderfolge, wie sie bei allen sonstigen Versuchen der Fall ist, mehr oder weniger große Zeitabstände eingeführt werden: 5—10 Minuten etwa (Verteilung der Wiederholungen).

4. Als ein weiterer Faktor ist die Einteilung des Stoffes zu berück- sichtigen; die Hälfte und das Anderthalbfache der normalen Reihenzahl werden als Änderungen dieser Versuchsbedingung gewählt (6 und 18 Glieder).

5. Bei der akustischen Darbietung liest ein geübter VL das Material in dem Tempo des Gedächtnisapparates vor.

6. Der Unterschied zwischen lautem und stillem Lernen (Lesen) ist insofern beachtenswert, als die Versuchsergebnisse in diesem Falle nicht ohne weiteres vergleichbar sind: Mit dem lauten Lernen ist eine doppelte Darbietung jedes Reihengliedes verbunden, zunächst die optische, sodann im Anschluß daran die akustische. Dadurch unterscheidet sich dieser Versuch von allen vorangegangenen, die nur eine einfache Darbietung

| Nr. | Anzahl der Treffer (oder der behaltene(n) Glieder) | | | | | | | | | |
|---------|--|---|---|---|--------------------------------------|---|----------|---|-----------------------------|---|
| | bei Lesen und bei | | verlängerter Pause zwischen den Wiederholungen: | | kleinerer größerer Reihenlänge: | | Zuhören: | | bei zuhörendem Lesen: | |
| | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % |
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | |
| Mittel: | | | | | | | | | | |

12*

Trefferzahl (oder Zahl der behaltene(n) Glieder) des Normalversuches (Mittelwert):

Unter dem Zeichen % ist der prozentische Unterschied zur Normalzahl mit positivem oder negativem Vorzeichen einzutragen.

jedes Elementes mit sich bringen. Bei dem lauten Lernen kommt noch weiter hinzu, daß die akustische Darbietung durch die Vp selbst erfolgt, und dadurch eine motorische Komponente in den Versuch eingeführt wird.

7. Um diese beiden Faktoren auseinander zu halten, empfiehlt sich ein Vergleichsversuch, ebenfalls mit Doppeldarbietung (optisch-akustisch), nur daß dabei nicht die Vp, sondern der VI spricht (zuhörendes Lesen). Auf diese Weise wird es möglich, zu entscheiden, was bei dem lauten Lernen die doppelte Darbietung als solche und was der motorische Faktor, das aktive Verhalten der Vp ausmacht (s. Vordruck). — Der VI sitzt dabei der Vp gegenüber, auf der anderen Seite des Gedächtnisapparates: dessen Streifen trägt jede Reihe zweimal (links und rechts), in einem Falle umgekehrt.

Neben den erwähnten vier Darbietungsweisen — Lesen, Zuhören, zuhörendes Lesen, Lautlesen — kommen als verwickeltere Lernformen in Betracht: Nachsprechen, Abschreiben, Diktatschreiben. Im ganzen machen sie die gebräuchlichen Lern- und Unterrichtsarten aus.

Bei allen diesen Versuchen ist erwünscht, den Mittelwert aus verschiedenen Einzelversuchen — sei es von einer oder von mehreren Vp-en — zu bekommen, um zufällige Faktoren auszuschalten: ferner den störenden und fälschenden Einfluß der Übung oder Ermüdung durch passenden Wechsel der Zeitlage bei den einzelnen Versuchsreihen zu beseitigen. Wichtig sind sodann individuelle Unterschiede je nach dem Sinnesgebiet, auf das sich die Darbietung stützt. Sie dienen zur Feststellung des Vorstellungstyps, wobei der optische, der akustische und der motorische als Grundformen zu gelten haben. Endlich sei erwähnt, daß sich auch die Methode der behaltene Glieder für diese Versuche eignet.

III. Versuche über die Beschaffenheit des Lernstoffes nach der Methode der behaltene Glieder.

Neben den sinnlosen Silben kommen zwei- oder dreistellige Zahlen als Lernstoff in Betracht und sollen im folgenden einem vergleichenden Versuch zugrunde gelegt werden. Dabei tritt die Bedeutung der Anzahl von Elementen beim einzelnen Gliede dank ihrer Variation bei den Zahlen hervor (2 und 3). Außerdem können Reihen aus einsilbigen Hauptwörtern gebildet werden.

Bei einer Zwischenzeit von 5 Minuten genügen 3—5 Darbietungen, die sonstigen Versuchsbedingungen entsprechen denen des bereits erwähnten Normalversuches. Bei der Zusammenstellung des Zahlenmaterials bedarf es wie bei den sinnlosen Silben einer Auswahl, um Beziehungen auszuschalten, die Ungleichmäßigkeiten im Behalten bedingen. Besonders ist darauf zu achten, daß keine bekannten historischen Jahreszahlen unterlaufen, wie 18—71 usw. Ferner sollen 0 und 5 als Schlußziffern ausscheiden, weil solche Zahlen besonders leicht gemerkt werden. Endlich dürfen aufeinanderfolgende Zahlen keine runden Summen oder Differenzen ergeben.

Auch dieser Versuch erfordert eine größere Zahl von Einzelergebnissen zur Erzielung von Durchschnittswerten, was einmal durch eine Mehrzahl von Vp-en erreicht wird, sodann dadurch, daß jede Vp mehr als eine

Versuchsreihe übernimmt. Dabei ist abzuwechseln in der Reihenfolge von sinnlosen Silben und Zahlen, um den Einfluß der Zeiflage auszuschalten.

Zahl der behaltenen Glieder

bei sinnlosen Silben:

Mittelwert:

bei zweistelligen Zahlen:

„

bei dreistelligen Zahlen:

„

bei Hauptwörtern:

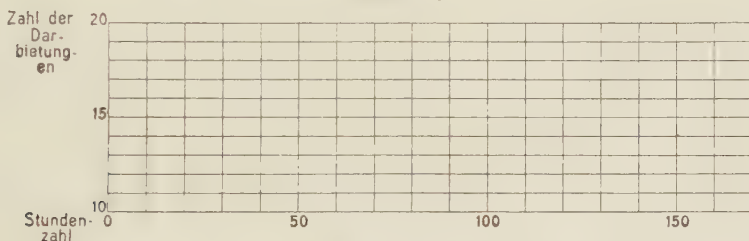
„

Man untersucht weiter den Fall, daß sich ein Glied innerhalb einer Reihe wiederholt. Dabei tritt die Ranschburg'sche Hemmung auf, die auch sonst, z. B. beim Lesen, eine Rolle spielt.

IV. Versuche über den Einfluß der Zwischenzeit nach der Ersparnismethode.

Bei der Zwischenzeit sind zwei Seiten zu unterscheiden: die Dauer und die Art der Ausfüllung. Beide werden einer gesonderten Untersuchung unterzogen, wobei folgender Normalversuch als Ausgangspunkt dient: Es wird für jeden einzelnen Fall eine zwölfgliedrige Reihe sinnloser Silben gelernt bis zum ersten fehlerfreien Hersagen, bei mittlerer Lerngeschwindigkeit, die durch eigenes stilles Lesen, Vorlesen oder durch die Darbietungen des Gedächtnisapparates herzustellen ist.

Vordruck 36.



1. Einfluß der Dauer.

Nach Ablauf von 20 Minuten wird die Reproduktion bzw. die Wiedererlernung in der gleichen Weise wiederholt unter Feststellung der dabei gemachten Ersparnis an Wiederholungen. Der Versuch wird erneuert nach Ablauf einer Stunde sowie mehrerer Tage (bei Gelegenheit des folgenden Kurses). Es ist darauf zu achten, daß die Vp während der Zwischenzeit sich nicht mit dem betreffenden Lernstoff beschäftigt, weil dadurch die Anzahl der Darbietungen und auch die Zwischenzeit selbst in unbekannter Weise verändert würden.

Das Ergebnis ist eine überaus wichtige Abhängigkeitsbeziehung, die auch sonst in der Psychologie und Biologie eine große Rolle spielt (vgl. das Weber-Fechersche Gesetz § 2). Dies gilt in theoretischer wie praktischer Hinsicht.

2. Einfluß der Ausfüllung.

Eine zweite Versuchsreihe mit dem gleichen Normalversuch läßt die Dauer der Zwischenzeit (20 Minuten) konstant und ändert in den dazugehörigen Vergleichsreihen lediglich die Art der Ausfüllung:

1. Es wird der Vp ein unterhaltender Text zum Lesen oder Bilder zum Betrachten gegeben.

2. Die Vp hat eine mehr oder weniger schwere geistige Arbeit zu vollziehen, z. B. einen Abschnitt aus der Geschichte der Philosophie durchzugehen oder eine mathematische Aufgabe (Gleichung oder Dreiecks-konstruktion) zu lösen.

3. Endlich kommt eine körperliche Arbeit in Betracht, wie das Heben eines Gewichtes usw., möglichst so, daß eine Messung derselben erfolgen kann.

Es ist festzustellen, ob und inwieweit die Tätigkeit in der Zwischenzeit die Gedächtnisleistung beeinflußt, auch wieder unter gleichzeitiger Heranziehung verschiedener Vp-en. Es zeigt sich die Erscheinung der rückwirkenden Hemmung.

Zahl der Darbietungen bei der
Erlernung: Reproduktion:

1. Normalversuch ohne Beschäftigung:
2. Versuch mit Unterhaltung :
3. „ „ geistiger Arbeit :
4. „ „ körperlicher Arbeit :

Versuche der zweiten Art, die sich mit der Ausfüllung der Zwischenzeit befassen, werden zweckmäßig auch nach einem anderen, einfacheren Verfahren angestellt (Treffermethode oder Methode der behaltenen Glieder).

V. Versuche über den Einfluß der individuellen Unterschiede nach der Methode der Hilfen und der Methode der Gedächtnisspanne.

Die Methode der Hilfen wird am besten bei einem Massenversuch angewandt, um die Bedeutung der individuellen Unterschiede für die Gedächtnisleistung nachzuweisen. Ein V1, der dank Übung und deutlicher Aussprache als solcher sich eignet, liest das Material (Zahlen oder sinnlose Silben) fünfmal laut vor mit möglichst gleicher Geschwindigkeit (gegebenenfalls unter Benutzung des Gedächtnisapparates), während die Vp-en sich den Stoff einzuprägen suchen. Nach einer Pause von 3 bis 10 Minuten, die zwecks Ablenkung der Vp-en durch fortlaufendes Addieren oder dgl. ausgefüllt wird, beginnt die Reproduktion, d. h. jede Vp beginnt sie schriftlich. Nachdem das erste Element aufgeschrieben ist, beginnt der V1 die Reihe ganz langsam vorzulesen, so langsam, daß die Vp-en das kommende Glied stets schon aufgezeichnet haben können, bevor es an die Reihe kommt. War dies nicht möglich, so merkt es die betreffende Vp in ihrem Protokoll an und stellt damit die Anzahl der für sie erforderlichen Hilfen fest. Die Ergebnisse werden graphisch an der Tafel aufgezeichnet: Abszisse = Anzahl der erforderlichen Hilfen, Ordinate = Anzahl der auf jeden Wert entfallenden Personen. Die Kurve ist auf das Vorhandensein eines Dichtigkeitsmittels hin zu prüfen.

Man bestimmt ferner in ähnlicher Weise für verschiedene Vp-en diejenige Anzahl einstelliger Zahlen, die unmittelbar nach dem Vorsprechen schriftlich wiederholt werden kann.

[Vgl. hierzu § 7 III und § 10 II.]

VI. Versuche nach der Methode der Wiedererkennung; sonstige Versuchsmöglichkeiten.

1. Die Versuche nach der Wiedererkennungsmethode bezwecken hauptsächlich, Vergleichsmaterial zu den Reproduktionsmethoden zu gewinnen. Daher werden die Versuche mit Änderung der Zwischenzeit und der Darbietungszahl wiederholt, unter den gleichen Bedingungen, wie sie für die betreffenden Reproduktionsmethoden angegeben sind. Zu achten ist dabei auf die Fälle von sog. falscher Wiedererkennung, bei denen die Vp Elemente als bekannt angibt, die ihr zum ersten Male vorgezeigt werden.

Durch Beschreibung des Erlebnisses beim Wiedererkennen nach der Methode der systematischen Selbstbeobachtung (s. § 10) gewinnt man einen Einblick in die Motive des Wiedererkennens und damit in den ungleichartigen Wert solcher Leistungen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden in dieselben Ordinatensysteme eingetragen, die für die Reproduktionsmethoden bestimmt sind, in Form einer punktierten Kurve.

2. Ein weiterer Versuch prüft den Einfluß der Reihenlänge unter gleichzeitiger Verwendung verschiedener Gedächtnismethoden: er ist deshalb zur Einführung in solche Untersuchungen besonders geeignet. Im ganzen werden vier Versuche durchgeführt, alle in genau derselben, gleich zu beschreibenden Weise, nur das sich die Anzahl der aufzufassenden Gedächtnisglieder jedesmal ändert: zuerst beträgt sie 10, dann 20, danach 30 und am Schlusse wieder 10 Elemente. Dieser letzte Versuch ist als Nachprüfung des ersten gedacht im Hinblick auf Gewöhnungs- und Übungseinflüsse. Der Vergleich der Ergebnisse beider Versuchsreihen gibt einen Anhaltspunkt für ihre verhältnismäßige Beständigkeit und Zuverlässigkeit. Gegebenenfalls verwendet man das arithmetische Mittel aus den zwei Zahlen.

Der einzelne Versuch wird mit je drei Vp-en durchgeführt. Sie erhalten das Gedächtnismaterial — Figuren nach Art der auf S. 174 abgebildeten (M) — gleichzeitig dargeboten, so daß die Lernbedingungen für alle dieselben sind. Die Figuren werden der Reihe nach einzeln vorgezeigt, jede etwa eine Sekunde lang. Es kann dies mit der Hand oder auch, um genaue Bedingungen herzustellen, mit einem Apparat geschehen (Lipmann'scher Gedächtnisapparat oder Tachistoskop). Die Zwischenzeit beträgt stets 5 Minuten und ist mit fortlaufendem Addieren (s. § 13) auszufüllen, um die Vp möglichst abzulenken. Andernfalls besteht die Gefahr willkürlicher oder unwillkürlicher Reproduktionen, die gleichbedeutend mit nicht beabsichtigten und auch nicht nachzuprüfenden Wiederholungen sind, also eine Fehlerquelle ausmachen.

Die erste Vp hat nach Ablauf der Zwischenzeit die Aufgabe, die Figuren so gut als möglich nach dem Gedächtnis zu zeichnen. Es handelt sich demnach um eine Reproduktionsmethode, genauer um die Methode

der behaltenen Glieder. Sie unterscheidet sich von der sonst üblichen Form dadurch, daß die Wiedergabe des Behaltenen nicht in Worten erfolgt.

Der zweiten Vp wird eine Suchtafel vorgelegt, die alle soeben dargebotenen Figuren enthält, untermischt mit ähnlichen, die der Vp aber noch unbekannt sind: sog. Null- oder Vexierversuche. Sie bezwecken ein Doppeltes. Würden lediglich genau dieselben Figuren zur Beurteilung vorgelegt, so würde sich die Vp wahrscheinlich von diesem Umstande, der ihr nicht entgehen könnte, beeinflussen lassen. Sie wäre geneigt, alle Eindrücke als bekannt zu bezeichnen, nachdem sie weiß, daß es tatsächlich die gleichen sind. Im übrigen kommt es auch gelegentlich der Nullversuche zu positiven Angaben der Vp, d. h. sie behauptet, eine solche Figur als eben gesehen wiederzuerkennen: sog. Gedächtnis- oder Erinnerungstäuschungen, deren Häufigkeit einen Maßstab für die Treue des Gedächtnisses abgibt. Dies ist der zweite Gesichtspunkt, der für die Verwendung von Nullversuchen spricht. Um die Versuchsbedingungen gleichmäßig zu gestalten, wird bei jeder Versuchsreihe dasselbe zahlenmäßige Verhältnis zwischen Vexierversuchen und Gedächtniselementen hergestellt. Im vorliegenden Falle kommen auf je 10 Reihenglieder 4 Nullversuche, bei der 20gliedrigen Reihe werden also 8, bei der 30gliedrigen 12 neue Figuren in die Suchtafel aufgenommen. Die Vp erhält ein Netz, d. h. den Vordruck vorgelegt, dessen Vierecke nach Zahl, Größe und Anordnung genau der Verteilung der Figuren auf der Suchtafel entsprechen, richtige Lage der letzteren vorausgesetzt. In jedes dieser Quadrate hat die Vp ihr Urteil über die zugehörige Figur einzutragen: erkannt wird durch +, nicht erkannt durch 0 ausgedrückt. In dieser Weise wird bei allen vier Versuchsreihen verfahren (vgl. den Vordruck 37).

Die Auswertung der Angaben läßt sich leicht und sicher folgendermaßen durchführen: von den vier Netzen wird auf durchsichtigem Papier (am besten Gelatinepapier) eine Pause hergestellt und in dieser die Nullversuche durch kleine Kreise angemerkt. Bringt man nun Pause und ausgefüllten Vordruck zur Deckung, so sind die Ergebnisse alsbald festgestellt. In allen leeren Vierecken der Pause muß ein Kreuzvermerk der Vp zu sehen sein, andernfalls ist die Gedächtnisleistung ausgefallen. Ferner hat jedem Kreise der Pause ein Nullvermerk der Unterlage zu entsprechen. Kommt dagegen ein Kreuz des Vordruckes auf einen Ring der Pause, so liegt Erinnerungstäuschung vor. — Die Auswertung selbst geschieht durch den VI. Das beschriebene Verfahren ist als eine Methode der wiedererkannten Glieder, genauer als Methode der Auswahl zu bezeichnen.

Während die beiden ersten Vp-en mit der Feststellung ihrer eigenen Gedächtnisleistungen beschäftigt sind, führt der VI mit der dritten Vp einen Wiedererkennungsversuch durch, der im wesentlichen dem eben beschriebenen entspricht, besonders die gleichen Nullversuche aufweist. Der Unterschied besteht nur in der aufeinanderfolgenden, also einzelnen Darbietung jeder Figur, um sie als erkannt oder nicht erkannt beurteilen zu lassen (vgl. Vordruck 38: diejenigen Versuchsnummern, auf die Vexierversuche fallen, werden eingeklammert, um später die Auswertung zu erleichtern). Diese Form der Methode der wiedererkannten Glieder

1

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Erkannt:

Falsch erkannt:

2

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Erkannt:

Falsch erkannt:

3

| | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Erkannt:

Falsch erkannt:

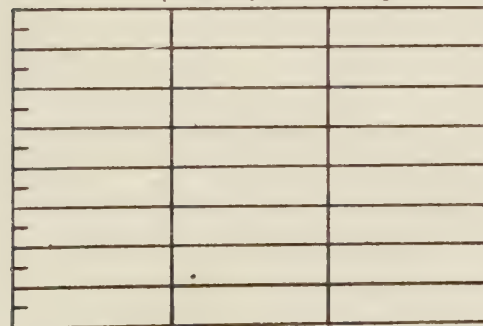
4

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Erkannt:

Falsch erkannt:

Absolute (relative) Zahl von Figuren



0

10

20

30 gliedrige Reihe

| Erste 10gliedrige Reihe: | | | | 20 gliedrige Reihe: | | | | 30 gliedrige Reihe: | | | | Zweite 10gliedrige Reihe: | | | |
|--------------------------------|--------|------|--|---------------------|--------|------|--|---------------------|--------|------|--|---------------------------------|--------|------|--|
| Nr. | Urteil | Zeit | | Nr. | Urteil | Zeit | | Nr. | Urteil | Zeit | | Nr. | Urteil | Zeit | |
| 1 | | | | 1 | | 15 | | 1 | | 15 | | 1 | | | |
| 2 | | | | 2 | | 16 | | 2 | | 16 | | 2 | | | |
| 3 | | | | 3 | | 17 | | 3 | | 17 | | 3 | | | |
| 4 | | | | 4 | | 18 | | 4 | | 18 | | 4 | | | |
| 5 | | | | 5 | | 19 | | 5 | | 19 | | 5 | | | |
| 6 | | | | 6 | | 20 | | 6 | | 20 | | 6 | | | |
| 7 | | | | 7 | | 21 | | 7 | | 21 | | 7 | | | |
| 8 | | | | 8 | | 22 | | 8 | | 22 | | 8 | | | |
| 9 | | | | 9 | | 23 | | 9 | | 23 | | 9 | | | |
| 10 | | | | 10 | | 24 | | 10 | | 24 | | 10 | | | |
| 11 | | | | 11 | | 25 | | 11 | | 25 | | 11 | | | |
| 12 | | | | 12 | | 26 | | 12 | | 26 | | 12 | | | |
| 13 | | | | 13 | | 27 | | 13 | | 27 | | 13 | | | |
| 14 | | | | 14 | | 28 | | 14 | | 28 | | 14 | | | |

Sa.:

A.M.:

(Nullversuche, durch a kenntlich gemacht, sind im Vordruck einzuklammern.)

(Methode der Vexierreihen) erlaubt die Verwendung eines neuen Maßstabes für Gedächtnisleistungen, nämlich der Zeit, die dazu erforderlich ist. Um sie für jeden einzelnen Eindruck festzustellen, wird die Pause zwischen dem Vorzeichen der Figur und ihrer Beurteilung durch die Vp mittels der Stoppuhr gemessen entsprechend den Assoziationszeiten (s. S. 188). Die so ermittelten Wiedererkennungzeiten trägt der VI in den Vordruck ein. Bei der Auswertung in Form des arithmetischen Mittels sind die Nullversuche und auch die ausgefallenen wie die Fehlleistungen gesondert zu behandeln.

Werden die Versuche in der angegebenen Weise durchgeführt, so erhält man jedesmal drei Ergebnisse, die man zu einem Mittelwert auf Grund der positiven Gedächtnisleistungen (nach Elementen) vereinigt. Der Einfluß der Reihenlänge wird graphisch veranschaulicht (s. Vordruck 37 unten: Abszisse = Reihenlänge, Ordinate = zugehörige Gedächtnisleistung, ausgedrückt durch die Anzahl von richtig erfaßten Gedächtniselementen). Man berechnet ferner die verhältnismäßige, d. h. die auf die Reihenlänge bezogene Gedächtnisleistung.

In vereinfachter Form stellt das Suchtafelverfahren eine wichtige Prüfung der Merkfähigkeit dar (Bernsteintest; s. Quellennachweis).

3. Eine Reihe von Fragen, die sich im Anschluß an vorstehende Versuche erheben, bietet Gelegenheit zu weiteren selbständigen Untersuchungen. Erwähnt seien noch folgende Punkte:

1. Eine vergleichende Untersuchung der Reproduktionsmethoden selbst: An einem möglichst einfach gewählten Falle ist festzustellen, ob die Ergebnisse der einen Methode durch die der anderen bestätigt werden. Dabei wären besonders auch die Erlernungsmethode und die Methode der Gedächtnisspanne zu berücksichtigen.

2. Eine Untersuchung über die Bedeutung der Trefferzeit, d. h. der Zeit, die zwischen der Darbietung der ersten und der Nennung der zweiten verstreicht, und die mit Hilfe der Stoppuhr zu messen ist. Hier wären die Beziehungen zwischen dieser Dauer (Mittelwert) und der Reproduktionsleistung zu prüfen.

3. Eine besondere Frage bildet ferner der Wert solcher Wiederholungen, die über die erste fehlerfreie Reproduktion hinaus erfolgen.

Die Stellung und Verfolgung weiterer Fragen an Hand des seitherigen Materials und auch unabhängig davon bilden lohnende Aufgaben; man denke z. B. an verwickeltere Lernbedingungen, wie sie das Ab- oder das Diktatschreiben oder das Nachsprechen darstellen, die eine ähnliche Zergliederung wie das laute Lernen verlangen.

[Vgl. § 14 II.]

VII. Assoziationsversuche.

Die Beziehungen, die zwischen erworbenen Vorstellungen bestehen, können mehr oder weniger fest sein: mit anderen Worten: die Geläufigkeit dieser Assoziationen ist der Abstufung unterworfen. Diese Geläufigkeit ist im wesentlichen bestimmend für den Ausfall des Assoziationsversuches; auf ein zugerufenes Wort wird durchschnittlich mit dem geantwortet werden,

das durch die stärkste Assoziation mit ihm verbunden ist. Da die einzelnen Individuen durch Erziehung und Umgebung zum großen Teil einen ganz ähnlichen Wort- und Vorstellungsschatz erworben haben und zugleich auch verwandte Assoziationen, so ist auf weitgehende Übereinstimmung in dieser Hinsicht zu rechnen.

Auf diese Erwägung gründet sich eine erste Möglichkeit, die Geläufigkeit gewisser Wortassoziationen festzustellen, nämlich durch Massenversuche und ihre statistische Verarbeitung. Dabei wird folgendermaßen verfahren: Die im Vordruck 39 angeführten Reizworte sowie ähnliche derselben Art werden einer größeren Anzahl von Vp-en der Reihe nach zugerufen oder optisch mittels Projektionsvorrichtung dargeboten in der angegebenen oder in abgeänderter Folge; nach jedem einzelnen Worte schreibt jede Vp dasjenige auf, das ihr zuerst eingefallen ist. Die Zusammenstellung der Ergebnisse am Schlusse ergibt auffällige Übereinstimmungen, die in ihren Beziehungen zu den Reizworten näher zu untersuchen sind. Der Vordruck kann zur Protokollierung dieser Versuche in der Weise benutzt werden, daß hinter jedem Reizwort das häufigste Reaktionswort eingetragen wird und unter der Rubrik „Zeit“ die Anzahl seines Vorkommens.

Ein zweites Verfahren, über den Geläufigkeitsgrad von erworbenen Assoziationen Aufschluß zu gewinnen, stützt sich auf die Beziehung, die zwischen Geläufigkeit und Assoziationszeit obwaltet. Es ist von vornherein einleuchtend, daß die Geschwindigkeit der Assoziation von ihrem Geläufigkeitsgrad mitbedingt sein wird. Von diesem Zusammenhange kann man sich überzeugen, indem man die erwähnten Assoziationsversuche mit einzelnen Vp-en anstellt und die Assoziationszeit mittels der Stoppuhr mißt. Zugleich zeigt es sich dabei, daß es sich hier um annähernd konstante Werte handelt, ähnlich wie bei den Reaktionsversuchen.

Besonders lehrreich gestalten sich die Assoziationsversuche, wenn beide Verfahren gleichzeitig mit verschiedenen Versuchsgruppen ausgeführt und die Ergebnisse des Massenversuches mit denen des zeitmessenden verglichen werden.

[Vgl. § 10 VI und § 12 IV.]

VIII. Versuche aus dem Gebiete des logischen Gedächtnisses.

1. Versuche mit Gedankenpaaren.

Den Einfluß von sinnvollen Beziehungen auf die Gedächtnisleistung kann man feststellen durch Versuche mit Gedankenpaaren, die in Analogie zur Treffermethode gedacht sind. Der Vp werden zehn Gedankenpaare nach Art der unten angegebenen langsam vorgelesen. Sie hat die Aufgabe, jedesmal eine gedankliche Verbindung zwischen den zwei Gliedern eines Paares herzustellen. Daß ihr dies gelungen ist, gibt sie durch „Ja“ bekannt, worauf zum folgenden Paar übergegangen wird. — Als Beispiele und Vorversuche dienen:

Napoleon und Königin Luise — Der geniale Barbar.
Spinoza's Ethik — Segen und Gefahren der Einsamkeit.

| Reizwort | Reaktionswort | Zeit | Reizwort | Reaktionswort | Zeit | Weitere Reizworte | Reaktionswort | Zeit |
|----------|---------------|------|----------|---------------|------|-------------------|---------------|------|
| Vater | : | | : | | | : | | |
| neun | : | | : | | | : | | |
| schlafen | : | | : | | | : | | |
| groß | : | | wo | | | : | | |
| heute | : | | ich | | | : | | |
| wohin | : | | grün | | | : | | |
| : | : | | sechs | | | : | | |
| : | : | | schnell | | | : | | |
| : | : | | Mutter | | | : | | |
| du | : | | holen | | | : | | |
| rot | : | | wir | | | : | | |
| Vetter | : | | jetzt | | | : | | |
| laufen | : | | schwarz | | | : | | |
| schwer | : | | überall | | | : | | |
| gestern | : | | zehn | | | : | | |

Reihe für die Hauptversuche:

1. Bevölkerungszunahme der Neuzeit — Rassenkämpfe der Zukunft.
2. Die adelnde Macht des Gedankens — Das Bildnis Kant's.
3. Böcklin's Einsiedler — Betende Musik.
4. Die Großmacht Presse — Der Herdentrieb des Menschen.
5. Geistige Entwicklung und sinnliche Erwartung — Greisenhafte Züge in unserem Gesellschaftsleben.
6. Zar und Volk — Die chinesische Mauer.
7. Das goldene Kalb Naturgesetz — Der Ruf nach Metaphysik.
8. Deutschlands Kolonien — Der Dichter bei der Weltverteilung.
9. Die Grenze des Fernrohres — Die Unendlichkeit des Universums.
10. Die Weltherrschaft der Römer — Die Völkerwanderung.

Nach Ablauf von 10 Minuten wird der Vp das erste Glied eines jeden Paares genannt, worauf sie das zweite zu reproduzieren hat (nicht so sehr dem Wortlaute, als dem Sinne nach). Es ist festzustellen, in wieviel Fällen dies gelingt, namentlich im Vergleich mit dem Ergebnis einer einmaligen Darbietung sinnloser Silben.

2. Ergänzungsversuche.

Die im folgenden anzustellenden Versuche sind besonders geeignet, die Bedeutung von logischen Zusammenhängen für die Gedächtnisleistung zu zeigen: Die Bedingungen des Erlernens sind dabei absichtlich so gewählt, daß sie erschwerend auf die Reproduktion wirken müssen. Der Vp werden folgende Satzteile, die dem Sinne nach unvollständig sind, vorgelesen:

1. Blumenkränze entführt dem Menschen der leiseste Westwind —
2. Besser auf des Berges Gipfeln mit den wilden Tieren weilen —
3. Gehst du in den Krieg, so bete einmal, gehst du zur See, zweimal
4. Stecke dich nicht zwischen Vettern und Freunde —
5. Die Vögel, die zu früh singen —
6. Nur wenige sind's, die das zu zeigen wagen —

Nach entsprechender Pause wird die zweite Reihe von Satzteilen vorgelesen. Die Vp hat Glied für Glied durch das zugehörige der Vorreihe zu ergänzen. Es ist zu protokollieren, in wieviel Fällen die Aufgabe gelingt.

1. Als des Paradieses Hallen mit den dummen Menschen teilen.
2. In die Ehe dreimal.
3. Was Bestes oder Schlimmstes sie gedacht.
4. Sonst klemmst du dich.
5. Die holt die Katze.
6. Dornenkronen jedoch nicht der gewaltigste Sturm.

Die Ergebnisse beider Versuchsreihen sollen zeigen, daß die Gedanken-erinnerungen nicht an die Assoziationsgesetze gebunden sind. Inwiefern?

[Vgl. § 11 VII und § 10 VI, ferner § 1 III und § 10 I2.]

IX. Massenversuche nach der Kombinationsmethode.

Die auf S. 101 aufgeführten Texte von verschiedener Schwierigkeit werden zu Massenversuchen verwandt und die Ergebnisse zweckmäßig mittels Kurve an der Tafel wiedergegeben. Ausfüllungszeit und Zahl der Fehlleistungen — die letzten Maßstäbe — dienen als Abszisse, die Anzahl der auf jeden Wort entfallenden Personen als Ordinate. Die Kurven sind auf das Vorhandensein eines Gedächtnismittels zu untersuchen; ferner

kommt eine Berechnung der Korrelation zwischen Ausfüllungsdauer und Fehlerzahl in Betracht (s. § 13).

Das Verfahren stellt einen der wichtigsten Prüfungsversuche dar und wird auch als Lückentest bezeichnet. Die Beispiele lassen bereits die Abstufungsmöglichkeit nach der Schwierigkeit erkennen, welche letztere sich in weitesten Grenzen bewegen kann. Man kann die Methode auch insofern ausgestalten, als nur bestimmte Wortarten weggelassen werden, besonders solche, die wesentlich für die Herstellung des Zusammenhanges sind. (Vgl. den Bindeworttest.)

Der Sprengwagen.

Die Sonne heiß. Der Wind wirbelte in den Straßen empor. Ein kam gefahren. In feinen Strahlen spritzte das nach allen Seiten und löschte den Kleine rannten hinter dem Wagen her. Sie zogen die aus und ließen sich das kühle auf die nackten Beine Wie schnell sprangen sie zurück, wenn sie Zeit:

Der Erkundungsritt.

Als ich zur Kundschaft in Begleitung von 6 U weggeritten war, hatte beim tritt aus nem Gehölz an des jen gem Rande plötzlich in ge ger Ent nung Schienenlinie vor mir ge Wohl war es mir nen Karten bekannt, der Nähe sen liege. Und der Haupt nes es war auch der, Strang zu chen und ihn näh zu be ten. Be war mir von nem ral der trag ge ben, genauer er den, ob Bahnkörper Te zer seien und ob dem Wall Feind Ver maß geln ge fen habe oder nicht. Zeit:

M. Offner, Gedächtnis. Handwörterb. d. Naturw. Jena 1913.

A. Wreschner, Das Gedächtnis im Lichte des Experimentes. Zürich 1910.

N. Braunshausen, Die experimentelle Gedächtnisforschung. Ein Kapitel der experimentellen Pädagogik. Langensalza 1914.

Eine ausführlichere Monographie ebenso wie die beiden vorhergehenden Arbeiten.

Am Schluß Übersicht über die Quellen.

M. Offner, Das Gedächtnis. Die Ergebnisse der experimentellen Psychologie und ihre Anwendungen in Unterricht und Erziehung. Berlin 1913.

E. Meumann, Ökonomie und Technik des Gedächtnisses. Leipzig 1908.

J. Sigmar, Das Gedächtnis, seine Psychologie und Didaktik. Paderborn 1924.

B. Erdmann, Grundzüge der Reproduktionspsychologie. Berlin 1920.

G. E. Müller und F. Schumann, Experimentelle Beiträge zur Untersuchung des Gedächtnisses. Zeitschr. f. Psychologie u. Physiologie d. Sinnesorgane, Bd. 6, 1914.

- G. E. Müller und A. Pilzecker, Experimentelle Beiträge zur Lehre vom Gedächtnis. Ebenda. Ergänzungsbd. 1, 1909.
- G. E. Müller, Zur Analyse der Gedächtnistätigkeit und des Vorstellungsablaufes. Ebenda. Ergänzungsbd. 5, 8 u. 9.
- Die vorstehenden Arbeiten sind grundlegend, besonders auch soweit die Reproduktionsmethoden in Frage kommen. Vollständige Literaturangaben.
- A. Wreschner, Die Reproduktion und Assoziation von Vorstellungen. Ebenda. Ergänzungsbd. 3 u. 4, 1907 u. 1910.
- N. Ach, E. Kühle und E. Passarge, Beiträge zur Lehre von der Perseveration. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. Ergänzungsbd. 12. Leipzig 1926.
- K. Koffka, Zur Analyse der Vorstellungen und ihrer Gesetze. Leipzig 1912.
- G. L. Thorndike, Psychologie der Erziehung. Übers. von O. Bobertag. Jena 1922.
- Berücksichtigt besonders die praktische Seite der Gedächtnispsychologie.
- J. Lindworsky, Wahrnehmung und Vorstellung. Zeitschr. f. Psychol., Bd. 80, 1918.
- Untersucht die Frage nach dem Wesen der Vorstellungen unter Verwertung aller einschlägigen Arbeiten.
- O. Kroh, Subjektive Anschauungsbilder bei Jugendlichen. Eine psychologisch-pädagogische Untersuchung. Göttingen 1922.
- Behandelt zusammenfassend einen neu entdeckten Vorstellungstyp. Quellenangaben.
- E. R. Jaensch, Die Eidetik und die typologische Forschungsmethode. Leipzig 1925.
- Knappe, zur Einführung besonders geeignete Darstellung.
- R. Pauli, Über psychische Gesetzmäßigkeit. Jena 1920.
- Die Tatsachen der Gedächtnispsychologie werden eingehend berücksichtigt.
- A. Bernstein, Über eine einfache Methode zur Untersuchung der Merkfähigkeit resp. des Gedächtnisses bei Geisteskranken. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorgane, Bd. 32, 1903.
- Behandelt die Wiedererkennungsversuche als Test.
- A. Thumb und K. Marbe, Experimentelle Untersuchungen über die psychologischen Grundlagen der sprachlichen Analogiebildung. Leipzig 1901.
- Wichtig wegen der darin beschriebenen Assoziationsversuche, die oben verwandt worden sind.
- F. Reuther, Beiträge zur Gedächtnisforschung. Wundt's Psychol. Studien, Bd. 1, 1905.
- Untersuchung nach dem Wiedererkennungsverfahren. Quellenangaben.
- A. Gallinger, Zur Grundlegung einer Lehre von der Erinnerung. Halle 1914.
- K. Bühler, Tatsachen und Probleme zu einer Psychologie der Denkvorgänge. 3. Über Gedankenerinnerungen. Archiv f. d. ges. Psychol., Bd. 12, 1908.
- Die Versuche sind dieser Arbeit entlehnt, die weiteres Material bietet.
- E. Meumann, Neuere Ansichten über die Phantasie. Zeitschr. f. pädagog. Psychologie u. experimentelle Pädagogik, Bd. 6, 1908.
- R. Müller-Freienfels, Das Denken und die Phantasie. Leipzig 1916.
- J. Segal, Über das Vorstellen von Objekten und Situationen. Ein Beitrag zur Psychologie der Phantasie. Stuttgart 1916.

§ 12. Die Gefühle.

I. Allgemeines.

1. Von den Kriterien der Gefühle.

Unter Gefühl versteht man im allgemeinen diejenigen Bewußtseinsvorgänge, die sich als Lust und Unlust im weitesten Sinne des Wortes bezeichnen lassen. Eine nähere Beschreibung des qualitativen Charakters ist bei diesen Erscheinungen gerade so unmöglich wie bei anderen elementaren subjektiven Prozessen. Es ist indessen versucht worden, gewisse „Kriterien“ zu finden, die für die Gefühlsvorgänge charakteristisch sein sollen und sie von allen anderen Erlebnissen unterscheiden: so z. B. das Kriterium der Subjektivität. Damit ist der Umstand gemeint, daß die Ge-

fühle nicht auf etwas außer dem Individuum bezogen werden wie Empfindungen und Vorstellungen, sondern lediglich auf das Ich selbst. Sie können auch nicht irgendwie lokalisiert werden wie Organempfindungen. Ferner hat man die Unbeachtbarkeit als Kriterium für die Gefühle angegeben: Sobald sich die Selbstbeobachtung den Gefühlen zuwendet, werden letztere nicht deutlicher erfaßt, sondern zerstört im Gegensatz zu den Empfindungen und Vorstellungen. Das Kriterium der Universalität bezieht sich auf die Unabhängigkeit der Gefühle von spezifischen Reizen: es gibt keine Sinnesorgane für die Gefühle. Das Kriterium der Aktualität endlich behauptet, daß es keine Erinnerungsbilder von Gefühlen gibt, wie von den Wahrnehmungen, sondern daß Gefühle immer denselben Wirklichkeitscharakter besitzen.

2. Von den Arten der Gefühle.

Ein zweites Hauptproblem der Lehre von den Gefühlen ist die Frage nach der Zahl und Beschaffenheit der elementaren Qualitäten. Zum Teil werden nur Lust und Unlust als solche betrachtet oder wenigstens als die beiden Hauptgruppen angesehen, innerhalb deren noch weitere qualitative Unterschiede bestehen, ähnlich wie bei Rot etwa. Anderen Forschern erscheinen Lust und Unlust nur als ein Paar von primären Qualitäten, denen außerdem noch Erregung und Beruhigung sowie Spannung und Lösung zuzuzählen sind (W. Wundt).

3. Von den Methoden.

Die Methoden der Gefühlsuntersuchung zerfallen in zwei Gruppen:

1. Die Eindrucksmethoden gehen darauf aus, durch Sinnesreize planmäßig Gefühle zu erzeugen. Soweit es sich um die verhältnismäßige Bevorzugung oder Zurücksetzung von Eindrücken handelt, werden vier solcher Verfahren angewandt — hauptsächlich in der experimentellen Ästhetik:

Die Methode der Wahl und die Methode der paarweisen Vergleichung sind unten in Form von Beispielen beschrieben. Die Reihemethode läßt nach objektiven Gesichtspunkten geordnete Reihen von Reizen in solche umwandeln, die nach Graden der Gefühlsbetonung abgestuft sind. Bei dem vierten Verfahren hat die Vp aus einzelnen Reizen gefällige Kombinationen zu erzeugen (Herstellungsmethode).

Nicht nur Gefühle, die als unselbständige Bestandstücke von Empfindungen (Vorstellungen) auftreten, sondern auch Affekte, d. h. Gemütsbewegungen, die als verhältnismäßig selbständig erlebt werden, lassen sich durch geeignete Reizbedingungen planmäßig hervorrufen: Eine fortlaufende Tätigkeit, z. B. das Rückwärtslesen hintereinander dargebotener optischer Silben, wird durch eine eben zu rasche Darbietung so schwierig gemacht, daß sie zu Fehlern führt. Auf diesem Wege lassen sich Ärger, Heiterkeit und Langeweile erzeugen. (Methode der eben zu raschen Darbietung, vgl. hierzu § 2 II.)

Wichtig ist ferner die Abstufung der Zeitdauer bei den Reizen der Eindrucksmethoden, besonders wenn ästhetische Eindrücke zur Verwendung gelangen: Methode der zeitlichen Änderung.

Die Hauptschwierigkeit dieser Verfahrensweisen besteht darin, daß keine eindeutige Abhängigkeit zwischen Eindruck und Gefühl besteht.

Die Gesamtheit der für die Gefühle maßgebenden Einflüsse wird durch die Funktionsformel ausgedrückt:

$$G = f [I, D, E (r, i, a) R (v, m)].$$

I bedeutet die Individualität des gefühlserlebenden Subjektes, D die jeweilige Disposition für Gemütsregungen; E sind die erregenden Bedingungen, als welche Reize, Inhalte und Akte in Betracht kommen, R die reaktiven Folgeerscheinungen einer primären Gefühlserregung, die in vorstellungs- und gedankenmäßige (v) und motorisch-kinästhetische (m) zerfallen.

2. Die Ausdrucksmethoden versuchen eine Erforschung der Gefühle auf mittelbarem Wege, indem sie charakteristische körperliche Begleiterscheinungen aufzeichnen. Als solche kommen willkürliche, mimische und pantomimische sowie sonstige unwillkürliche Bewegungen in Betracht. Von den letzteren sind die Puls- und Atmungserscheinungen besonders wichtig; dazu kommt noch das psycho-galvanische Reflexphänomen. Es besteht in Schwankungen, die ein durch den Körper geleiteter Strom bei Gemütsbewegungen erfährt.

Als Fehlerquelle kommt für diese Methoden hauptsächlich in Betracht, daß kein Ausdruckssymptom ausschließlich durch psychophysische Vorgänge bedingt ist, sondern außerdem von einer Reihe rein physiologischer Ursachen, die sich nach dem Ausmaße ihres Einflusses nicht genau übersehen lassen. Auch treten diese Ausdrucksercheinungen nicht ausschließlich bei Gefühlen, sondern auch bei andersartigen Erlebnissen auf.

Eine Übersicht über die hauptsächlichsten physiologischen Begleiterscheinungen von Lust und Unlust auf Grund der gegenwärtigen Kenntnisse gibt folgende Zusammenstellung:

| | Lust: | Unlust: | |
|--------------|---------|---------|-------------|
| Pulslänge | : + (—) | — | |
| Pulshöhe | : + | — | |
| Armvolumen | : + | — | Zunahme = — |
| Blutdruck | : — | + | Abnahme = — |
| Atmungstiefe | : — | + | |
| Atemlänge | : — | + | |

4. Von den Gefühlstheorien.

Die Theorien der Gefühle zeigen einen doppelten Ausgangspunkt: die einen sehen in denselben etwas ursprünglich Gegebenes, also ein psychisches Element, das keine Zurückführung auf andere Erscheinungen zuläßt. Andererseits wird versucht, sie als eine Art Empfindung zu begreifen, z. B. zentral erregte Empfindungen, als Empfindungskomplexe oder als Eigenschaften der Empfindungen usw. (vgl. § 1 III).

II. Gefühlston und Empfindungsstärke.

Die Annehmlichkeit bzw. Unannehmlichkeit einer Empfindung ist, abgesehen von ihrer Beschaffenheit (Qualität, Modalität) sowie ihrer Dauer, wesentlich durch die Stärke bedingt. Das zeigt sich besonders bei dem Geschmack, unter anderen bei der Empfindung des Salzigen. Zum Nachweis dieses Zusammenhanges bedient man sich des Konstanzverfahrens

(s. § 2). Eine Reihe regelmäßig abgestufter Kochsalzlösungen wird einer Anzahl von Vp-en (6—8 gleichzeitig) auf das Kommando des Vl-s nacheinander unwissentlich und ungeordnet geboten, und zwar jede Reizstufe gleich oft. Die Aufgabe des Beobachters besteht darin, jeweils einen Schluck der betreffenden Lösung zu nehmen, ihren Gefühlston zu beurteilen (im Sinne von Angenehm, Unangenehm oder Gleichgültig bzw. Zweifelhafte) und das Urteil in ein Protokollschema einzutragen ($\frac{1}{2}$, —, ?). Zwischen den einzelnen Beobachtungen liegt eine Pause von 1—2 Minuten (Taschen- oder besser Stoppuhr des Vl-s) zur Beseitigung des Nachgeschmackes. Zu dem gleichen Zweck muß außerdem Trinkwasser und Weißbrot zur Verfügung stehen, die regelmäßig und je nach Bedürfnis genommen werden.

Die Durchführung der Versuche geschieht in der Form, daß die betreffenden Lösungen (20) in kleine Trinkgläser (4—5 cm Durchmesser) mit beliebigen, von der Konzentration abweichenden Kennziffern versehen vor jede Vp gestellt werden. (Zweckmäßig in einem zweireihigen Gestell mit einer Stufe und ringförmigen Vertiefungen zur Aufnahme der Gläser, andernfalls halbkreisförmige Aufstellung.) Genau nach der Vorschrift des Vl-s wird das betreffende Glas von der Vp aus der Reihe herausgestellt, auf erneute Anweisung gekostet, beurteilt und danach — wiederum auf Anweisung — zurückgestellt. Die strenge Innehaltung dieses Vorgehens ist erforderlich mit Rücksicht auf etwaige Irrtümer und gegenseitige Störungen.

Die Reizskala umfaßt die Konzentrationen 0—9,5 %; der Stufenabstand beträgt 0,5 %. Alle Lösungen werden doppelt dargeboten, das zweite Mal in umgekehrter Reihenfolge: um den Einfluß der Stellung bzw. Zeitlage der Einzelbeobachtung auszuschalten und um die Urteilszahl zu erhöhen. Der ausgefüllte Stab 1 der Urteilsplatte wird in geeigneter Form abgedeckt, damit eine fehlerhafte Beeinflussung des zweiten Urteiles vermieden wird. Leichter läßt sich dies erreichen durch ein eigenes Protokollschema, das sämtliche Versuche untereinander bringt; es genügt dann die fortlaufende Abdeckung der Eintragungen und zwar von oben herunter, so daß am Schlusse der Versuche der ganze Vordruck verdeckt ist.

Die Urteile sämtlicher Vp-en (12—16 für jede Reizstufe) werden zunächst in Vordruck 40 tabellarisch zusammengefaßt und dann graphisch dargestellt unter Benutzung des Koordinatensystems auf S. 53 (Abszisse = Reizskala, positive Ordinate für Lustangaben mit unterbrochen gezeichneter Kurve, außerdem für Gleichgültigkeitsurteile mit punktierter Kurve; negative Ordinate für Unlustaussagen). Es ergibt sich eine charakteristische Verteilung der Aussagen, die den gesuchten Zusammenhang zwischen Empfindungsstärke und Gefühlston zum Ausdruck bringt. Bei Reizstufen, auf die sowohl Lust- wie auch Unlusturteile gefallen sind, kann man je zwei und zwei Angaben gegeneinander ausgleichen und so die Lust-Unlustkurven vereinfachen: das Bild wird so deutlicher.

Auch Schwellenbestimmungen durch Berechnung von Idealgebieten sind möglich, sofern geschlossene Urteilsgebiete vorliegen, d.h. Kurven, die sich zwischen Null und sämtlichen Fällen bewegen. Es ergeben sich dann zahlenmäßig bestimmte Zonen der Lust, Unlust und Gleichgültigkeit (s. § 2).

| Ver- suchs- Nr. | Kenn- ziffer der Lösung | Konzen- tration | Urteile der Vp | | Kon- zentra- tion | Urteilsverteilung aller Vp-en (Zahl) | | |
|-----------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------|---|-------------------------|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | | + | ? | — |
| 1 | 10 | | | | 0% | | | |
| 2 | 170 | | | | 0,5 | | | |
| 3 | 80 | | | | 1,0 | | | |
| 4 | 20 | | | | 1,5 | | | |
| 5 | 120 | | | | 2,0 | | | |
| 6 | 100 | | | | 2,5 | | | |
| 7 | 70 | | | | 3,0 | | | |
| 8 | 30 | | | | 3,5 | | | |
| 9 | 50 | | | | 4,0 | | | |
| 10 | 40 | | | | 4,5 | | | |
| 11 | 140 | | | | 5,0 | | | |
| 12 | 160 | | | | 5,5 | | | |
| 13 | 150 | | | | 6,0 | | | |
| 14 | 200 | | | | 6,5 | | | |
| 15 | 190 | | | | 7,0 | | | |
| 16 | 60 | | | | 7,5 | | | |
| 17 | 180 | | | | 8,0 | | | |
| 18 | 90 | | | | 8,5 | | | |
| 19 | 110 | | | | 9,0 | | | |
| 20 | 130 | | | | 9,5 | | | |

Spalt 3 (Konzentration der Lösung) wird am Schluß der Versuche entsprechend den Angaben des VI-s ausgefüllt.

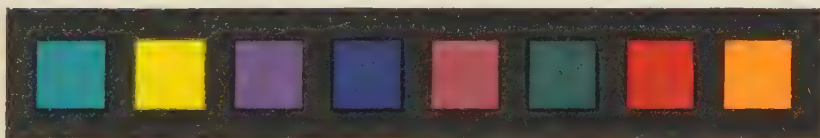
Das geschilderte Verfahren läßt sich bei allen Geschmacksqualitäten anwenden und erlaubt demnach vergleichende Untersuchungen der Gefühlswirkung von Qualität zu Qualität.

III. Bestimmung der Wohlgefälligkeit von Farben.

1. Die Methode der Wahl (Massenversuche).

An einer Tafel wird in wagerechter Lage eine Reihe von verschiedenfarbigen Papieren angebracht (am besten auf einer Holzleiste befestigt in der Art, wie die Abbildung im Vordruck 41 es zeigt). Zwischen zwei Farben ist jedesmal ein schwarzer Zwischenraum zu lassen, damit der Eindruck einer jeden möglichst unbeeinflußt durch die benachbarte ist. Die Beobachter — eine größere Zahl — lassen die einzelnen Farben unbefangen auf sich wirken und stellen fest, welche (links vom Beschauer

| | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|
| 10. | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . | . |
| 5. | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . | . |



Vordruck 41.

gerechnet) ihnen am besten gefällt und welche am schlechtesten. Gegebenenfalls können für jeden Fall zwei Farben ausgewählt werden, wenn eine sichere Entscheidung für eine nicht möglich ist. Darauf werden die Urteile gesammelt und an der Tafel graphisch dargestellt: Als Abszisse dient die Farbenreihe, als Ordinate die Zahl der Aussagen. Eine, die Wohlgefallen ausgedrückt, wird durch einen Punkt, eine entgegengesetzt lautende durch ein Kreuz bezeichnet. Es stellt sich heraus, daß bestimmte Farben in charakteristischer Weise vor anderen bevorzugt werden. Das wird besonders klar, wenn man die positiven gegen die negativen Urteile ausgleicht und nur die übrigbleibenden Urteile berücksichtigt. Man erhält auf diese Weise Aufschluß über die relative Wohlgefälligkeit von farbigen Eindrücken.

Einen Versuch ganz entsprechender Art stellt man an mit Taf. I (§ 2): aus den Rechtecken ist das wohlgefälligste herauszusuchen. Die Verteilung

der Urteile steht in einem ganz bestimmten Zusammenhang zum Seitenverhältnis im Sinne des goldenen Schnittes (5:8), der in der Ästhetik eine ausgezeichnete Stellung einnimmt. Die Reizserie wird zu dem Zweck verlängert in Richtung der Annäherung an das Quadrat.

2. Die Methode der paarweisen Vergleichung.

Das Prinzip der Methode, die genauere Ergebnisse liefert, besteht darin, daß jedesmal nur zwei Qualitäten dargeboten und auf ihre Wohlgefalligkeit hin beurteilt werden, d. h. es ist anzugeben, welche Farbe bevorzugt wird. Dies geschieht so oft, bis sämtliche möglichen Zusammenstellungen (15 bei 6 Elementen) an die Reihe gekommen sind (Vordruck 43). Man macht den Versuch mit den Qualitäten: Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Violett von annähernd gleicher Helligkeit und Sättigung, um den Einfluß dieser Faktoren auszuschalten. Die Urteile werden in entsprechender Form graphisch dargestellt.

Man bedient sich der in Abb. 91 dargestellten Anordnung, die auf einer Trommel die paarweisen Zusammenstellungen trägt. Sie sind verdeckt bis auf ein Paar, das durch einen Spalt sichtbar ist. Der Wechsel der Kombination geschieht durch eine Drehvorrichtung: Jedesmal, wenn die an der Außenseite befindliche Kurbel einmal herumgedreht wird, erscheint ein neues Farbenpaar. Neben der ersten Reihe von Farbkombinationen befindet sich — zunächst verdeckt — eine zweite mit denselben Zusammenstellungen. Die Farben unterscheiden sich gegenüber der ersten Reihe nur durch Ton und Sättigung. Ein Vergleich beider Reihen zeigt, ob diese Umstände das Urteil wesentlich beeinflussen.

Abgesehen von der paarweisen Vergleichung kann man die Kombinationen als solche auf ihre Wohlgefalligkeit hin beurteilen, d. h. ob sie zusammenpassen oder nicht.

Bei diesen Beobachtungen stellt sich heraus, daß jeder ästhetische Eindruck eine gewisse Zeit braucht zu seiner Entstehung und Entwicklung. Man kann diese Zeiten annähernd bestimmen durch Messung der Reaktionsdauer (Stoppuhr), d. h. der Zeit, die vom Beginn des Reizes bis zum Aussprechen des Urteils verstreicht. Angesichts dieser Zeiten ist die Tatsache bemerkenswert, daß ein Intensitätsvergleich bei Lichtempfindungen um so leichter und genauer ist, je kürzer die Reizdauer gemacht wird. Es handelt sich bei solchen photometrischen Messungen um Bruchteile einer Sekunde. Ein naheliegender Rückschluß auf die Theorie der Gefühle ist damit gegeben. Bei der Intensität handelt es sich um ein Empfindungsmerkmal.

IV. Untersuchung des Ekelerlebnisses.

Besonders ausgewählte Personen, die nach psychologischer Vorbildung wie nach Alter und Gesamteinstellung geeignet erscheinen, haben den folgenden Fragebogen auszufüllen, der in methodischer Hinsicht als Musterbeispiel dienen kann:

1. Was fällt Ihnen zuerst ein, wenn Sie etwas nennen sollen, vor dem Ihnen besonders ekel?
2. Was erscheint Ihnen als wesentlich für das Erlebnis des Ekels zum Unterschied von verwandten Erlebnissen?
3. Können Sie zwischen Ekel und Widerwillen unterscheiden und wie?
4. Versuche:

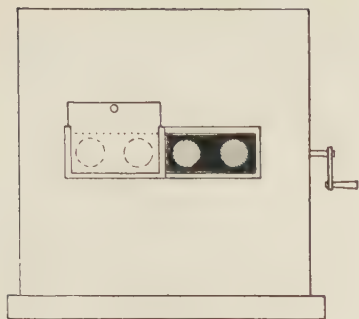
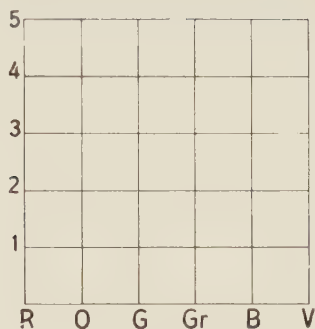


Abb. 91 (M).



Vordruck 42.

Vordruck 43.

| Farben- paar | Bevorzugte Farbe: | | Wohl- gefälligkeit der Zu- sammen- stellung: | Farben- paar | Bevorzugte Farbe: | | Wohl- gefälligkeit der Zu- sammen- stellung: |
|--------------------|----------------------|----|--|-----------------------|----------------------|----|--|
| | 1 | 2. | | | 1. | 2. | |
| Rot } Orange } | | | | Orange } Violett } | | | |
| Rot } Gelb } | | | | Gelb } Grün } | | | |
| Rot } Grün } | | | | Gelb } Blau } | | | |
| Rot } Blau } | | | | Gelb } Violett } | | | |
| Rot } Violett } | | | | Grün } Blau } | | | |
| Orange } Gelb } | | | | Grün } Violett } | | | |
| Orange } Grün } | | | | Blau } Violett } | | | |
| Orange } Blau } | | | | | | | |

Ergebnis:

Erstens Aufforderung, eine molkig-trübe Flüssigkeit aus einer Flasche in ein Glas einzugießen, in den Mund zu nehmen und zu schlucken. Falls dieser Aufforderung Widerstand geleistet wird, Frage nach den Gründen. Falls der Aufforderung entsprochen wird, Angabe, daß die Flüssigkeit ein aus Urin hergestelltes Präparat sei. Beobachtung der Wirkungen dieser Angabe. (Angaben bezl. der Zusammensetzung im Quellennachweis.)

Zweitens Darbietung verschiedener Geruchsstoffe (neben indifferenten und wohlriechenden Buttersäure und die fäkalischen Indol und Skatol) bei geschlossenen Augen und Befragung, ob der jeweils dargebotene Geruch Ekel erregt.

Drittens Gedankenexperiment: Würden Sie sich davor ekeln, ein Stück Brot weiterzuessen, das Ihnen auf einen vollkommen reinen, etwa soeben von der Meeresflut abgespülten Sandboden gefallen wäre? Würden Sie sich davor ekeln, das Brot weiterzuessen, wenn Sie wüßten (etwa durch Mitteilung eines Dabeistehenden), daß die betreffende Stelle des Bodens durch das Sputum oder den Urin eines Menschen verunreinigt wäre?

5. Trägt der Ekel vorwiegend den Charakter einer Empfindung, eines Gefühles oder eines Wissens?

6. Durch welche Empfindungen kann das Erlebnis des Ekels vermittelt werden? Tastsinn? Temperatursinn? Geruchssinn? Geschmackssinn? Gehörsinn? Gesichtssinn?

7. Welche Gefühle gehen in das Erlebnis des Ekels ein, oder läßt sich das Erlebnis nach der Gefühlsseite nicht weiter zergliedern?

8. Geht ein Wissen in das Erlebnis des Ekels ein und welches?

9. Von welchen Gegenständen geht eine besonders ekelerregende Wirkung aus?

10. Wie richten Sie Ihr Verhalten gegen solche Gegenstände ein?

11. Berührung mit welchen Körperstellen übt eine besonders ekelerregende Wirkung aus?

12. Welche eigenen Körperstellen werden am sorgfältigsten vor Berührung mit ekelerregenden Gegenständen bewahrt?

13. Gibt es Gelegenheiten, bei denen sich die abstoßende Wirkung gewisser Gegenstände, die sonst Ekel erregen, in eine anziehende Wirkung umkehrt?

14. Durch welche Empfindungen kann eine solche Anziehung ausgelöst werden?

15. Welche Gefühle gehen in das Erlebnis dieser Anziehung ein?

16. Geht ein Wissen in das Erlebnis dieser Anziehung ein und welches?

17. Zu welchen Handlungen kann eine solche Anziehung Anlaß geben?

18. Welche Körperstellen üben eine solche Anziehung in besonderem Maße aus?

19. Welche eigenen Körperstellen werden in besonderem Maße mit solchen anziehenden Gegenständen in Berührung gebracht?

20. Gibt es Gelegenheiten, bei denen sich die anziehende Wirkung sonst ekelerregender Gegenstände wieder in ihr Gegenteil verkehrt, und welche sind diese Gelegenheiten?

21. Wäre Ihnen eine homosexuelle oder eine heterosexuelle physische Untreue der Person, zu der Sie in sexueller Beziehung stehen, ekelhaft?

Die Auswertung stellt hohe Anforderungen. Sie kann nur erfolgen im Anschluß an die zugrunde liegende Veröffentlichung (s. Quellennachweis). Allgemein seien folgende Hinweise gegeben: Die drei ersten Fragen gehören eng zusammen, die Gefahr von Verwechslungen ist zu beachten. Das Wort Ekel kann von verschiedenen Personen in verschiedenem Sinne verwandt werden. Im folgenden ist besonders an den Unterschied zwischen Anorganischem und Organischem, an seine Bedeutung für das Ekelerlebnis zu denken. Weiterhin sind die Zusammenhänge mit Geschlechtlichem zu beachten.

V. Die Aufzeichnung von Puls und Atmung bei Gemütsbewegungen (Ausdrucksmethode).

Die Herz- und Atmungstätigkeit wird aufgezeichnet mit Hilfe von Druckschwankungen, die durch Luftleitung auf eine Schreibvorrichtung übertragen werden. Als solche dient die sogenannte Marey'sche Trommel (Abb. 93): Eine flache Metallkapsel steht durch einen Kautschukschlauch

in Verbindung mit dem Aufnahmeapparat für die Atembewegungen bzw. für die Herztätigkeit. Die Änderungen des Luftdruckes, die durch denselben verursacht werden, kommen zum Ausdruck in den Bewegungen der Membran, welche die Kapsel nach oben abschließt. Diese Bewegungen werden übertragen auf einen Hebel, der sie in vergrößertem Maßstabe auf

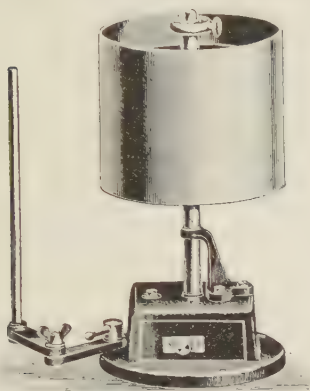


Abb. 92.

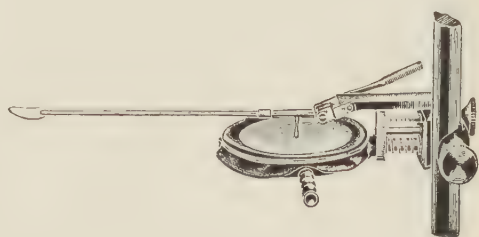


Abb. 93.

eine berußte Trommel aufschreibt. Die letztere, in Verbindung mit einem Uhrwerk, das die Umdrehung besorgt, stellt ein Kymographion dar. Die Abbildung zeigt eine besonders einfache und praktische Form: Die Trommel ist in der Höhe verstellbar. Das Uhrwerk ist für zwei Geschwindigkeiten eingerichtet und bewegt je nach der Stellung des seitlichen Hebels die

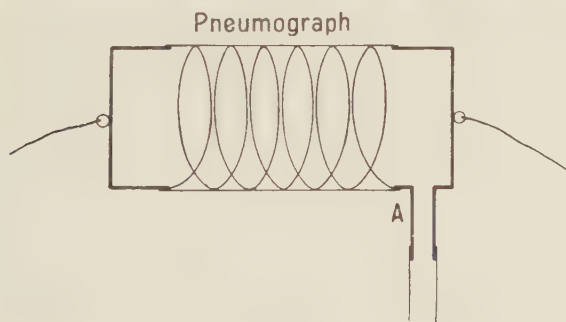


Abb. 94.

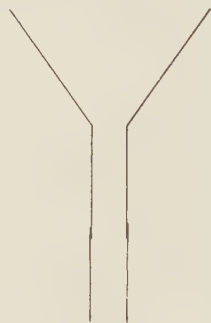


Abb. 95

berußte Fläche um 8 bzw. 50 mm in der Sekunde. Mit dem vorne sichtbaren Schieber kann die Umdrehung ausgelöst bzw. unterbrochen werden. Das am Fuße sitzende Stativ ist in wagerechter Richtung zweifach verstellbar und gestattet, die angebrachten Schreibapparate in Berührung mit der berußten Fläche zu bringen.

Die Atmung wird aufgenommen mittels eines Pneumographen. Abb. 94 stellt eine einfache Form desselben dar. Ein dünnwandiger Kautschuk-

schlauch ist an den beiden Enden durch zwei kreisförmige Metallplatten geschlossen und durch eine Drahtspirale im Innern walzenähnlich ausgedehnt. Ein Ansatzrohr *A* dient zur Herstellung der Verbindung mit der Marey'schen Trommel oder mit einem isotonischen Spirometer nach Straßburger. Mittels der Bänder an den beiden Enden wird der Pneumograph an den Brustkorb oder Unterleib festgeschnallt, so daß er leicht gespannt ist. Verbindet man ihn jetzt — nicht eher — mit der Marey'schen Trommel, so gibt der Schreibhebel die Einatmung als Senkung, die Ausatmung als Hebung wieder, je nach der Verdünnung oder Verdichtung der eingeschlossenen Luft. Zur Pulsschreibung genügt ein kleiner Glastrichter (Abb. 95), der an die große Halsschlagader (Carotis) angedrückt wird, so daß ein abgeschlossener Luftraum entsteht.

Die Versuche sollen erst begonnen werden, wenn man sich vom richtigen Funktionieren der Hebel überzeugt hat. Letztere werden dann mittels einer Stellschraube am Stativ, das sie trägt, gerade so weit der berußten Trommel genähert, daß die Ausschläge vollständig und regelmäßig aufgeschrieben werden. Drückt man den Schreibhebel fester an, so wird die Registrierung unvollkommen, d. h. feinere Bewegungen kommen nicht zum Ausdruck. Ist eine Kurve einmal um die Trommel herumgeschrieben, so wird entweder die letztere oder die Schreibvorrichtung in der Höhe verstellt, um Raum für eine weitere Kurve ober- oder unterhalb der ersten zu gewinnen. Es empfiehlt sich zunächst, jede der beiden Ausdrucksercheinungen für sich allein aufzunehmen. Bei größerer Vertrautheit mit den Apparaten werden beide gleichzeitig registriert, indem man zwei Marey'sche Trommeln übereinander am Stativ befestigt: das Zusammentreffen beider Symptome nimmt ihnen den Charakter der Zufälligkeit. — Ist die Trommel ganz beschrieben, so wird das Papier an der Stelle, wo es zusammengeklebt ist, aufgeschnitten und in Schellacklösung fixiert. Jede Hand faßt mittels Pinzette ein Ende des Streifens, der so gehalten wird, daß er — mit der berußten Seite nach innen — in U-förmig gebogener Gestalt herunterhängt. Man taucht ihn mit der Krümmung unten zuerst in das Bad und senkt bzw. hebt die Enden abwechselnd, bis das ganze Papier gleichmäßig benetzt ist. Darauf wird das eine Ende mit Stecknadeln an eine Tischkante geheftet, so daß der Streifen frei und glatt herunterhängt und trocknen kann. An Stelle des berußten Papierees kann auch glattes weißes verwandt werden, wenn an der Spitze des Schreibhebels eine Vorrichtung für Tintenschreibung angebracht ist, entsprechend dem Verfahren, das zur fortlaufenden Aufzeichnung der Luftdruckschwankungen dient.

An Versuchsreihen werden ausgeführt:

1. eine mit Einwirkung eines angenehmen Reizes (Wohlgeruch), den man der Vp kurze Zeit bietet; der betreffende Zeitpunkt wird auf der Trommel markiert;
2. eine mit einem unangenehmen Reiz (Stich oder Geruch);
3. eine weitere unter dem Einfluß angenehmer oder freudiger Vorstellungen, welche die Vp willkürlich nach Aufforderung hervorruft;
4. schließlich eine mit traurigen Vorstellungen.

Der einzelne Versuch findet in der Weise statt, daß zunächst — erstes Drittel des Trommelumfanges — die normalen Erscheinungen registriert werden, worauf die Beeinflussung erfolgt: sie wird durch eine Marke auf der Trommel zeitlich festgelegt. — Die erhaltenen Kurven sind zu untersuchen auf die Form, Höhe und Zahl (Dauer) der einzelnen Ausschläge. Die Ermittlung der letzteren setzt gleichförmigen Gang des Kymographions voraus, andernfalls eine besondere Zeitschreibung (Chronograph).

Bei der Auswertung (Glasmaßstab) ist zu berücksichtigen: Länge, Höhe und Gestalt der Kurven. Was insbesondere die pneumographischen angeht, so kommen der Niveauunterschied und das Verhältnis der Inspiration zur Expiration (I:E) in Betracht. Außerdem können noch Breitenmaße in verschiedener Höhenlage wie auch deren Verhältnis zueinander herangezogen werden, um den Verlauf vollständig zu erfassen (s. die Arbeit von E. Störriug bei den Quellennachweisen).

VI. Massenversuche zur Erinnerung von Gefühlen.

Den Vp-en wird nach einem vorbereitenden „Jetzt“ ein Reizwort zugerufen, das keinen besonderen Gefühlston besitzt. Die Aufgabe besteht in der Erinnerung an ein persönliches Erlebnis, und zwar an das erste, das auf das Reizwort hin einfällt. Es wird schriftlich festgelegt. In dieser Form stellt man sechs Versuche hintereinander an. Als Reizworte eignen sich etwa die folgenden: EBzimmer Fenster, Straßenbahn, Kleiderschrank, Bahnhof, Sofa.

Auf Grund ihrer Aufzeichnungen beantworten dann die Vp-en nachstehende Fragen (mindestens die beiden ersten), ebenfalls schriftlich:

1. War das Erlebnis ursprünglich gefühlbetont? Was für einen Gefühlston hatte es? Lust, Unlust oder beides bzw. keines? (+, -, ±, 0).
2. War im Augenblick des Erinnerns ein Gefühlston vorhanden und was für einer? Die Angaben werden wie im ersten Falle gemacht.
3. Wie lange liegt das Erlebnis zurück?
4. Wie oft etwa fand das gleiche Erlebnis statt (häufig, mitunter, selten bzw. einmal)?
5. Wie oft wurde das Erlebnis ungefähr im Lauf der Zeit erinnert (Angaben entsprechend den vorigen)?

Bei der Verarbeitung der Ergebnisse geht man graphisch vor und verwendet die Anzahl der Erlebnisse bei jeder Vp — wenigstens 6 — als Abszisse (Tafel bzw. freies Netz im Buch). Zunächst wird für jeden einzelnen Zahlenwert die Summe der Vp-en ermittelt, die lustbetonte Erlebnisse in der betreffenden Häufigkeit hatten. Sie dienen als Ordinate, so daß man eine Kurve für die Verteilung und Dichtigkeit des Auftretens lustvoller Erinnerungen erhält, genauer: von Erinnerungen an lustvolle Erlebnisse. In gleicher Weise verfährt man mit den unlustbetonten Ereignissen, die zum Unterschied von den ersteren auf dem negativen Teile der Ordinate — also nach unten — aufgetragen werden. Handelt es sich um eine Erinnerung, deren Inhalt gemischten Gefühlston besitzt, so wird sie halb nach oben, halb nach unten gerechnet unter Benutzung einer halben Linieneinheit. Aus den beiden Kurven lassen sich die Summen aller lust- und aller unlustbetonten Erlebnisse berechnen und miteinander vergleichen.

In entsprechender Form wird ermittelt, in wieviel Fällen sich der Gefühlston der Erinnerung als solcher gegen den des ursprünglichen Erlebnisses verschoben hat. Ist es in Richtung der Lust geschehen, so wird er oberhalb der Abszisse eingetragen, sonst unterhalb. Außerdem ist noch festzustellen, wie oft die Erinnerung an gefühlstbetonte Erlebnisse ganz ohne Lust- oder Unlustgleichung stattgefunden hat und wie sich dieses Verlassen auf beide Gefühlsarten verteilt. Diese Fälle gehören sinngemäß zu den oben erwähnten und werden deshalb in dieselbe graphische Darstellung eingezeichnet: Indifferente Erinnerung eines lustbetonten Erlebnisses bedeutet Verschiebung in Richtung der Unlust; umgekehrt ist das entsprechende Gedenken an Unlustvolles zu bewerten.

Die Summen der Verschiebungen in positivem und negativem Sinne sind miteinander zu vergleichen bzw. gegeneinander abzugleichen. Es ergibt sich ein deutliches Übergewicht zugunsten einer Richtung.

Die Durchführung des Versuches wird sehr erleichtert, wenn jede Vp einen Protokollzettel erhält von der Art, wie ihn der Vordruck zeigt.

Vordruck 44.

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

1. Summe L: U: Gl:

2. Summe der Verschiebungen . . L: U: Gl:

Für jede Aussage wird ein angemessener Raum abgegrenzt: 6 im ganzen gegenüber dem einen Muster im Vordruck. Dahinter befindet sich ein Spalt für die Auswertung. Das obere Rechteck gilt für den Gefühlston des Erlebnisses, das untere für den der Erinnerung. Das Feld rechts davon dient zur Eintragung bzgl. der Verschiebung. Sieht man von den Gleichheitsfällen ab, so ergeben sich sechs Möglichkeiten mit folgender Bewertung:

| | | | | | | | | | | | |
|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|
| $\frac{+}{-}$ | - 1 | $\frac{0}{+}$ | + 1 | $\frac{-}{0}$ | + 1 | $\frac{-}{+}$ | + 2 | $\frac{+}{0}$ | - 1 | $\frac{+}{-}$ | - 2 |
|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|

Am Fuß des Protokollformulars werden die betreffenden Summen eingetragen, für die ursprüngliche Gefühlsbetonung und für die Verschiebungen; im letzteren Falle werden Ausmaß und Zahl der Fälle unterschieden und der zweite Wert hinter den ersten in Klammern gesetzt:

Weiter ist nachzuprüfen, welche Zusammenhänge zwischen dem Alter der Erlebnisse, der Häufigkeit ihrer Erinnerung und ihrem Gefühlstone bestehen. — Werden die Versuche an einzelnen Personen angestellt, so bestimmt man mit Hilfe der Stoppuhr die Zeit, die zwischen dem Reizwort und dem Auftauchen der Erinnerung verstreicht. Letzteres macht die Vp durch ein „Ja“ kenntlich. Die so ermittelten Assoziationszeiten sind in bestimmter Weise von den einzelnen Seiten der Erlebnisse abhängig.

Im ganzen liefern die Versuche Anhaltspunkte für die sog. Erinnerungsverklärung: In der Erinnerung erscheint das meiste viel schöner und lustbetonter als es in Wirklichkeit war.

[Vgl. § 10 VI und § 11 VII.]

O. Külpe, Gefühl. Handwörterb. d. Naturw. Jena 1913.

O. Külpe, Grundlagen der Ästhetik herausgeg. von S. Behn. Leipzig 1921.

G. Störing, Psychologie des menschlichen Gefühlslebens. Bonn 1916.

E. B. Titchener, Lectures on the elementary Psychology of feeling and attention. New York 1908.

A. Lehmann, Die Hauptgesetze des menschlichen Gefühlslebens. 2. Aufl. Leipzig 1914.
Eine grundlegende Untersuchung.

Th. Ziegler, Das Gefühl. Eine psychologische Untersuchung. 5. Aufl. Berlin Leipzig 1912.

C. Stumpf, Gefühl und Gefühlsempfindung. Leipzig 1928.

F. Krüger, Das Wesen der Gefühle. Entwurf einer systematischen Theorie. Leipzig 1929.

E. Becher, Gefühlsbegriff und Lust-Unlustelemente. Zeitschr. f. Psychol., Bd. 74, 1916.

K. Girgensohn, Der seelische Aufbau des religiösen Erlebens. Eine religionspsychologische Untersuchung auf experimenteller Grundlage. Leipzig 1921.

Das bahnbrechende Werk bringt wertvolle Beiträge zur Gefühlspsychologie.

M. Geiger, Bemerkungen zur Psychologie der Gefühlselemente und Gefühlsverbindungen. Arch. f. d. ges. Psychol., Bd. 4, 1905.

M. Geiger, Zum Problem der Stimmungseinfühlung. Zeitschr. f. Ästhetik u. allgem. Kunstwissenschaft, Bd. 6, 1911.

A. Kowalewski, Studien zur Psychologie des Pessimismus. Wiesbaden 1904.

Ein wertvoller, noch nicht vollgewordener Beitrag zur Gefühlspsychologie.

T. Parr, Der intellektuelle Eigenwert der Gefühlsbetonung. Kristiania (Oslo) 1923.

W. Peters, Gefühl und Erinnerung. Beiträge zur Erinnerungsanalyse. Kraepelins Psychol. Arbeiten, Bd. 6. Leipzig—Berlin 1914.

Die Versuche im Text stützen sich auf diese Arbeit.

J. Cohn, Experimentelle Untersuchungen über die Gefühlsbetonung der Farben, Helligkeiten und ihre Kombinationen. Wundt's Philos. Studien, Bd. 10.

J. Cohn, Gefühlston und Sättigung der Farben. Ebenda, Bd. 15.

Die Versuche im Text gehen auf diese Arbeiten zurück.

G. J. v. Allesch, Die ästhetischen Erscheinungsweisen der Farben. Psychol. Forsch., Bd. 6, 1925.

K. Lewin, Eine experimentelle Methode zur Erzeugung von Affekten. Ber. ü. d. 7. Kongr. f. exp. Psychol. Jena 1922.

G. Kafka, Zur Psychologie des Ekels. Zeitschr. f. angew. Psychol., Bd. 34, 1929.

Die Grundlage der im Text beschriebenen Untersuchung.

R. Engel, Experimentelle Untersuchungen über die Abhängigkeit der Lust und Unlust von der Reizstärke beim Geschmackssinn. Arch. f. d. ges. Psychol., Bd. 64, 1928.

Die Versuche im Text beziehen sich auf diese Arbeit.

E. Leschke, Die Ergebnisse und Fehlerquellen der bisherigen Untersuchungen über die körperlichen Begleiterscheinungen seelischer Vorgänge. Arch. f. d. ges. Psychol., Bd. 31, 1914.

L. Braun, Herz und Psyche in ihren Wirkungen aufeinander. Leipzig u. Wien 1920.

H. Bickel, Die wechselseitigen Beziehungen zwischen psychischen Geschehen und Blutkreislauf mit besonderer Berücksichtigung der Psychosen. Leipzig 1916.

H. Berger, Über die körperlichen Äußerungen psychischer Zustände. Jena 1904—07.

E. Weber, Der Einfluß psychischer Vorgänge auf den Körper. Berlin 1910.

A. Lehmann, Die körperlichen Äußerungen psychischer Zustände. 2 Bde. Leipzig 1901.

E. Küppers, Über die Deutung der plethysmographischen Kurve. Zeitschr. f. Psychol., Bd. 81, 1919.

M. Nadoleczy, Untersuchungen über den Kunstgesang. Atem- und Kehlkopfbewegungen. Berlin 1923.

Eine hervorragende Leistung auf dem Gebiete der Ausdruckserscheinungen.

E. Kretschmer, Körperbau und Charakter, Untersuchungen zum Konstitutionsproblem und zur Lehre von den Temperamenten. 2. Aufl. Berlin 1922.

Das anregende Werk bringt viele neue Gesichtspunkte.

- H. Eysenck, Experimentelle Untersuchungen über das Gefühlleben des Kindes im Vergleich mit dem des Erwachsenen. Zeitschr. f. angew. Psychol., Beih. 30. Leipzig 1922.
Umfangreiche Untersuchung nach der Ausdrucksmethode. Quellenangaben.
- E. Störriug, Pneumographische Untersuchung von Gefühlszuständen. Arch. f. d. ges. Psychol., Bd. 45, 1923.
- I. Klages, Handschrift und Charakter, gemeinverständlicher Abriß der graphologischen Technik. 2. Aufl. Leipzig 1920.
Wichtig für die Lehre von den Ausdruckserscheinungen.

§ 13. Der Wille; Psychophysik der Arbeit.

I. Allgemeines.

1. Über den Begriff des Wollens.

Ein Willenserlebnis liegt vor, wenn das Bewußtsein eines künftigen Verhaltens sich mit der Beziehung auf das tätige Ich als Ursache dieses Verhaltens in Form eines Entschlusses verbindet. Der Entschluß besteht in dem Bewußtsein, wirklich zu wollen. Er wird gehemmt durch die Einsicht in die Unmöglichkeit des Beabsichtigten: an die Decke zu springen, kann man sich nicht entschließen im Sinne eines eigentlichen Willenserlebnisses. Für das Zustandekommen eines Entschlusses bedarf es anderer subjektiver Vorgänge, die dazu hinführen, der sog. Motive, die als Ursache des Entschlusses erlebt werden. Seinen Abschluß findet das Willenserlebnis in der Willenshandlung, d. h. in der Verwirklichung des vorgestellten Verhaltens, das eben durch den vorangegangenen Entschluß bestimmt wird. Mit Rücksicht auf diese Bestimmung oder Beeinflussung spricht man von einer determinierenden Tendenz, die von dem Willensvorgang ausgeht. Die Verwirklichung des ursprünglich nur vorgestellten Verhaltens pflegt im allgemeinen mit Lustgefühlen, die Behinderung mit Unlust verbunden zu sein.

Je nach der Zahl der Motive lassen sich Trieb- und Wahlhandlungen unterscheiden, wobei die erstere nur ein Motiv kennt, während die letztere eine Mehrheit von Motiven voraussetzt, von denen eines ausgewählt wird.

Eine äußere Willenshandlung liegt vor, wenn es sich um die Ausführung einer körperlichen Bewegung handelt; von einer inneren Willenshandlung spricht man, wenn es sich ausschließlich um Bewußtseinsvorgänge und die Art ihres Ablaufes handelt.

2. Von den Methoden der Willensforschung.

a) Das ergographische Verfahren: Es besteht in der Aufzeichnung von fortlaufenden, gleichförmigen körperlichen Arbeitsleistungen, meist Heben eines Gewichtes.

b) Der Reaktionsversuch: Auf einen Reiz wird mit einer vereinbarten Bewegung geantwortet. Das Verfahren erlaubt die mannigfachsten Abänderungen, unter anderen auch die fortlaufende Wiederholung entsprechend dem ergographischen Verfahren (Serienmethode).

c) Das Hemmungsverfahren (auch kombiniertes Verfahren genannt): Der Vp wird eine Aufgabe gestellt, deren Ausführung durch vorher gestiftete Assoziationen beliebig erschwert werden kann: z. B. Umstellen von

Buchstaben bei Wörtern. Man bestimmt die Zahl von Wiederholungen bei der Stiftung der Vorstellungsverbindungen, die eine Durchführung der geforderten Leistung unmöglich macht; sie bedeutet das assoziative Äquivalent des Wollens, dessen Stärke auf diesem Wege bestimmt werden soll.

d) Die Methode der Auswahl: Die Vp soll wählen zwischen zwei wirklichen oder zwei vorgestellten Handlungen. Die Beschreibung des Erlebnisses gibt einen Einblick in die Motive des Handelns.

3. Von der Theorie des Wollens.

Die Erlebnisse des Wollens werden theoretisch verschieden aufgefaßt: Einmal werden besondere Vorgänge angenommen, die sich nicht auf andere zurückführen lassen (voluntaristische Theorie).

Sodann versucht man eine solche Zurückführung. Unter den verschiedenen Möglichkeiten, die hierbei in Betracht kommen sind hervorzuheben: erstens die Assoziationstheorie, die in dem Willenserlebnis eine besondere Verbindung von Empfindungen und Vorstellungen sieht,

zweitens die emotionale Theorie, die das Wollen als einen eigenartigen Gefühlsverlauf auffaßt (vgl. § 1 III).

II. Reaktionsversuche.

1. Die Versuche werden ausgeführt mit der Anordnung, die in Abb. 96 skizziert ist. Der Reaktionsapparat besitzt einen Schieber Sch aus Metall, der sich in einer Schiene bewegt. Auf dem Schieber ist eine berußte Glasplatte befestigt, ferner ist an seinem einen Ende ein Griff angebracht. Der letztere wird benutzt, um eine Stahlfeder (auf 100 Schwingungen in der Sekunde geeicht) aus der Gleichgewichtslage zu bringen, d. h. auf die Seite zu drücken (Abb. 96). Die Feder selbst ist an dem Reaktionstaster angebracht, so daß sie beim Niederdrücken desselben in die Höhe geht und zu schreiben aufhört. Der Apparat (Exner's Neuraöbimeter) und die gesamte Anordnung sind so eingerichtet, daß der Reiz in dem Augenblick erfolgt, wo der Schieber zurückgezogen wird, die Feder also frei schwingen und die Glasplatte mittelst eines Zeigers beschreiben kann. Zu dem Zweck sind die Teile, die Stahlfeder und Taster tragen, gegen die untere Stahlplatte isoliert (bei J, s. Abb.), infolgedessen kann durch die Berührung von Feder und Griff des Schiebers ein Strom geschlossen werden, der einerseits dem Taster, andererseits der unteren Metallplatte zugeleitet wird. Umgekehrt ist mit dem Abziehen des Schiebers die Öffnung des Stromkreises verknüpft. Dieser Umstand wird benutzt, um dadurch einen Öffnungsfunken durch eine Geißler'sche Röhre zu schicken. Letztere ist an die Sekundärspule eines Induktors angeschlossen, der sich in dem erwähnten Stromkreis befindet. — Da die Lamelle 100 Schwingungen in der Sekunde macht, so ist die Zahl der geschriebenen Schwingungen gleich der Reaktionszeit, gemessen in Hundertstel Sekunden.

Der Verlauf einer Reaktion gestaltet sich demnach folgendermaßen: Die Lamelle des Reaktionsapparates wird an den Griff des Schiebers festgeklammert und der Stromschlüssel geschlossen. Die Vp setzt die Fingerspitzen auf den Taster, um ihn sofort niederdrücken zu können und fixiert die Geißler'sche Röhre, die den Reiz vermittelt. Im Augenblick, wo der Schieber abgezogen wird, leuchtet die Röhre auf, worauf die Reaktion erfolgt und der Stromschlüssel wieder vom VI geöffnet wird.

Soll ein taktiler Reiz geboten werden, so bleibt die Anordnung unverändert bis auf die Geißler'sche Röhre, die entfernt und durch die Hand der Vp ersetzt wird. Letztere empfängt dann einen elektrischen Schlag. Der Strom (4 Volt) ist entsprechend durch Gleitwiderstand abzuschwächen. — Für akustische Reize bedarf es keiner elektrischen Hilfsapparate, der Exner'sche Reaktionsapparat genügt für sich allein, indem auf den Ton der schwingenden Feder reagiert wird.

Bemerkt sei noch, daß jede Glasplatte meist zweimal benutzt werden kann: Wenn das eine Ende beschrieben ist, wird die Glasplatte umgedreht, wodurch die unbenutzte Seite an die Reihe kommt. Die Glasplatte ist danach mit Fließpapier abzureiben und von neuem zu berußen (Wachsstock).

Für verwickeltere Reaktionsformen, die verschiedene Reize und deren Wechsel voraussetzen, dient die in Abb. 97 dargestellte Vorrichtung. Die Geißler'sche Röhre ist in einem Gehäuse eingeschlossen, in dem sich ein Rad mit farbigen Gläsern befindet (rot, gelb, grün, blau, weiß in unregelmäßiger Reihenfolge). Diese Gläser werden erhellt durch die Röhre, die selbst ein bläulich-weißes Licht besitzt. Je nach der Einstellung der Scheibe ändert sich also die Farbe des Lichtes; damit dieselbe nicht bereits vorher erkannt wird, ist das Gehäuse vollkommen geschlossen, nur vor der Röhre befindet sich eine kleine Öffnung.

2. Für die gleichen Reaktionsversuche wie auch für alle Zeitmessungen verwandter Art bedient man sich des Reaktionstachistoskopes, dessen Einrichtung in Abb. 98 schematisch dargestellt ist.

Hinter einem rechteckigen Schirm für die Vp verdeckt, ist eine Hundertstel-Sekundenstoppuhr beweglich in einer Führungshülse senkrecht aufgestellt. Im Augenblicke

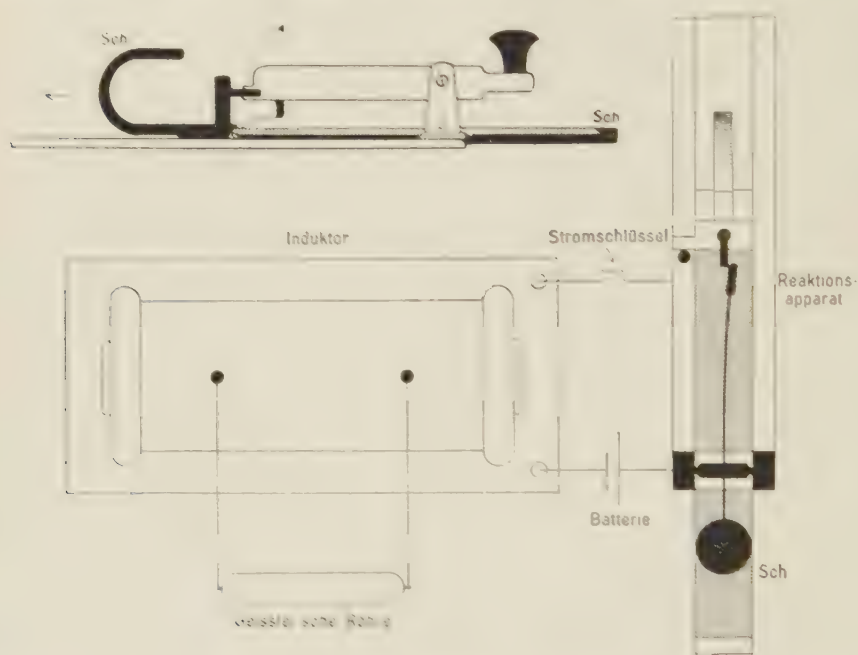


Abb. 96 (M).

der Reizgebung wird sie in Gang gesetzt, indem man einen Stift und damit den Uhrknopf mittels einer Exzentrerscheibe niederdrückt. Dies geschieht durch ruckelhafte halbkreisförmige Drehung einer Kurbel, die an der Achse der Scheibe befestigt ist (von der Ausgangsstellung a nach b). Bei dieser Bewegung nimmt die Achse zugleich mittels eines Druckstiftes an ihrer rückwärtigen Verlängerung einen Schlenkerhebel (den Reizträger) mit: er wird plötzlich von unten nach oben gedreht, wo ihn eine Fangvorrichtung festhält. Bei dem Übergang von der ersten in die zweite Lage wird der Reiz (ein weißes oder farbiges Papier) dank eines Spaltes im Schirm für die Vp sichtbar, und zwar gleichzeitig mit dem Beginn der Uhrzeigerbewegung. Da die Uhr selbst auf dem freien Ende des Reaktionstasters ruht, so wird sie bei dessen Niederdrücken durch die Vp gehoben und dank eines Anschlages beim Knopf (A) gestoppt. Der eigentliche Reaktionstaster — auf der Abbildung nicht sichtbar — befindet sich auf der Schirmseite, die der Vp zugekehrt ist. Nach Ablesung der Reaktionszeit dreht man die Kurbel in ihre Ausgangsstellung zurück, d. h. von b nach a im Uhrzeigersinne, womit die Rückstellung

der Stoppuhr auf Null verbunden ist (s. den zweiten Exzenter). Den Schleuderhebel bringt man mit der Hand in seine ursprüngliche Lage (also nach unten) zurück; damit ist die Anordnung für den folgenden Versuch fertig, der sich in genau derselben Weise vollzieht, also in dem Dreitakt: Drehung der Kurbel von a nach b — wieder nach a, nachdem gestoppt und abgelesen ist — Senkung eines Schleuderhebels. Vor Versuchsbeginn übt der VI diese Bedienung des Apparates ein, die sich genau in der beschriebenen Form zu vollziehen hat, um Schäden und Störungen zu vermeiden.

Die Anordnung erlaubt zunächst die Durchführung der vier gebräuchlichen Reaktionsformen einschließlich der Wahlreaktion. Mit Rücksicht auf letztere sind vier Taster mit verschiedenfarbigen Druckknöpfen nebeneinander geordnet (s. Abb.), deren freie, dem VI zugekehrte Enden durch ihre Stellung und entsprechende Färbung die Reaktionsweise der Vp anzeigen.

An Stelle der optischen Reize können akustische oder taktile treten; die entsprechenden Vorrichtungen sind der Anordnung beigegeben. Die Reizgebung kann weiter die übliche tachistoskopische Form erhalten (für Les- und verwandte Versuche): durch Einschalten einer Fangvorrichtung in Höhe des Schirmspaltes (F_1) sowie durch Betätigung eines Fallschirmes, der in meßbar kleinen Zeitabständen den Spalt nach der Darbietung verdeckt (nicht mitgezeichnet). Zu letzterem Zweck muß ein Stift durch die Stellschraube am Schleuderhebel vorgestellt werden, so

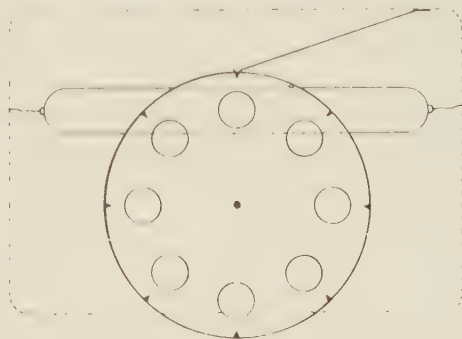


Abb. 97 (M).

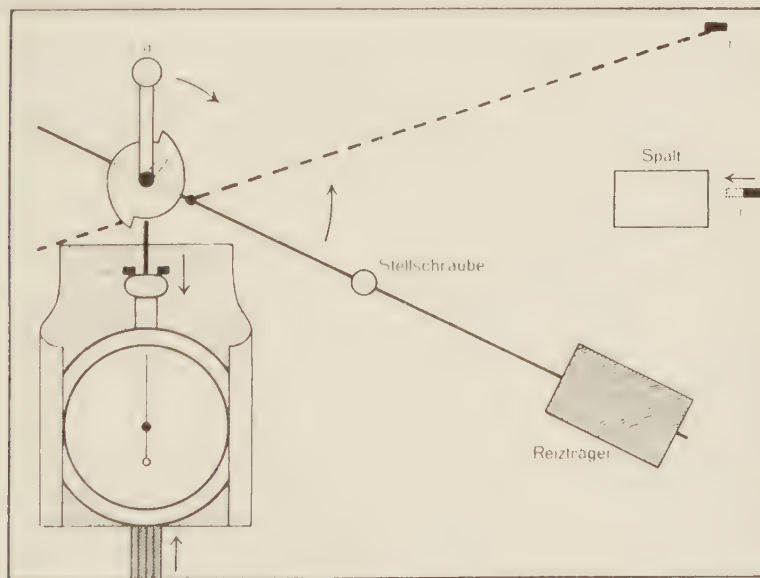


Abb. 98 (M).

Schematische Abbildung des Reaktionstachistoscopes, gesehen vom VI aus. Die Vp ist auf der entgegengesetzten Seite der Wand zu denken.

daß er in den Mechanismus des Fallschirmes eingreift. Die Bedienung der Anordnung bleibt nach dieser doppelten Umstellung (Fangvorrichtung, Stellschraube) im übrigen die gleiche wie zuvor.

Die Darbietungszeiten bewegen sich um 0,1 Sek. herum. Es können also die üblichen tachistoskopischen Versuche (Erkennung von Buchstaben, Worten, Bildern, der Anzahl optischer Elemente) ausgeführt und dazu die betreffenden Reaktionszeiten bestimmt werden. An Stelle des Tasters kann in diesem Falle ein Schallschlüssel treten; mit Beginn der Aussage (Sprechbewegung) stoppt er die Uhr elektromagnetisch.

Meist wird bei Anordnungen für Reaktionsversuche das Hipp'sche Chronoskop verwendet, das Tausendstel Sekunden angibt. Es besteht aus einem Uhrwerk, dessen Antrieb durch ein fallendes Gewicht geschieht. Den Gang regelt eine auf 1000 Schwingungen in der Sekunde abgestimmte Feder; sie greift in die Lücken eines Zahnrades ein, so daß bei jeder Schwingung eine Umdrehung vom Ausmaße eines Zahnes stattfindet. Das Uhrwerk besitzt einen Elektromagneten, der im Augenblicke des Stromschlusses (d. h. der Reizgebung) den Zeiger anzieht und dadurch seine Kuppelung mit den laufenden Rädern bewirkt. Die Verbindung wird durch die Stromöffnung bei der Reaktion unterbrochen. Die nicht ganz einfache Handhabung des Chronoskopes, das mannigfache Hilfsapparate (Kartewechsele, Schallschlüssel) beansprucht, läßt es für Übungsversuche weniger geeignet erscheinen.

Es werden folgende optische Reaktionsversuche ausgeführt:

1. Reaktionen mit einfacher Zuordnung (muskuläre Reaktion):

Durch den Zuruf „Jetzt“ wird die Yp auf den Reiz vorbereitet, auf den sie so schnell wie möglich zu reagieren hat. Die Aufmerksamkeit soll ganz der auszuführenden Bewegung zugewendet werden und letztere erfolgen, sobald der Reiz bemerkt wird. Es ist darauf zu achten, daß nicht vorzeitig, besonders nicht auf „Jetzt“ reagiert wird (sog. Fehlreaktion). Es werden Vorversuche zur Einübung und Gewöhnung der Yp gemacht und darauf mindestens sechs bzw. zwölf Hauptversuche. — Um den Einfluß der Beschaffenheit des Reizes zu prüfen, werden dieselben Reaktionen mit taktilen und akustischen Reizen ausgeführt; bei ersteren kann man den Einfluß der Reizstärke nachprüfen, indem man letztere gegebenenfalls bis zum Schmerz steigert (s. Vordruck).

2. Erkennungsreaktionen (sensorielle Reaktionen):

Der Versuch findet in derselben Weise wie oben statt, nur soll diesmal die Aufmerksamkeit ganz dem Reize zugewendet werden und die Reaktion erst erfolgen, wenn er aufmerksam erfahrt ist; die Farbe, die jedesmal wechselt, muß erkannt sein und gegebenenfalls benannt werden.

3. Reaktionen mit mehrfacher Zuordnung (Wahlreaktionen):

Bestimmten Farben wird eine bestimmte Bewegung zugeordnet: auf Blau und Rot ist mit dem Zeigefinger, auf Grün, Gelb und Weiß mit dem Mittelfinger zu reagieren. Es müssen demnach beide Finger auf den Taster gesetzt werden.

4) Bedingte Reaktionen (Unterscheidungsreaktionen):

Die Aufgabe ist in diesem Falle, nur unter bestimmten Voraussetzungen zu reagieren, z. B. nur auf Rot und Grün, während bei den übrigen Farben die Reaktion unterbleibt.

Die Reaktionszeiten selbst kann man als eine bestimmte Art von zeitlicher Schwelle auffassen.

[Vgl. § 2 II.]

Vordruck 45.

| Nummer des Versuches | Reaktionszeiten in Hundertstel Sekunden von | | | | | Erkennungs- reaktionen | Reaktionen mit mehrfacher Zu- ordnung | bedingten Reaktionen |
|---|---|-------|-----------|---------|--|---------------------------|---|-------------------------|
| | Reaktionen mit einfacher Zuordnung | | | Optisch | | | | |
| | Taktil | Stark | Akustisch | | | | | |
| 1 | Schwach | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | |
| Arithmet. Mittel (m. V.) Stellungs- mittel (M. Z.) | | | | | | | | |

14*

III. Perlenreihversuch; Geschicklichkeitsprüfung.

Die Aufgabe besteht darin, feine Stickperlen, die in einer Schale (Glasuntersatz für Klaviere) vor der Vp stehen, auf einen 10—12 cm langen glatten Blumendraht möglichst schnell aufzureihen: gute Beleuchtung, bequeme Körperhaltung, günstiger Arbeitsplatz vorausgesetzt. Das eine (untere) Ende des Drahtes ist mit einer Schlinge versehen, damit die aufgereihten Perlen nicht fallen können. Das Fallenlassen von Perlen ist zu vermeiden; es bedeutet Material- und Zeitverlust, also eine Fehlleistung. — Die Art der Durchführung bleibt der Vp überlassen. Es ist ihre Sache, die zweckmäßigste herauszufinden. Die Versuchsdauer beträgt 1 Minute. Eine Erhöhung (Vervielfachung) kommt nur mit Rücksicht auf besondere Versuchszwecke in Betracht. (Einfluß der Arbeitsdauer.) Die Einleitung des Versuches erfolgt in der üblichen Form durch zwei Vorsignale: „Bitte!“ (soviel wie „Fertigmachen“, d. h. den Draht, nicht dagegen eine Perle in die Hand nehmen), danach „Jetzt!“ als Zeichen des Arbeitsbeginnes. Bei dem Haltzeichen des Vls muß sofort aufgehört werden: eine bereits begonnene Aufreihung darf nicht mehr beendet, sondern nur zu Protokoll gegeben werden. Sie rechnet als Halbleistung. Der Versuch kann mit mehreren Vp-en (etwa drei) gleichzeitig ausgeführt werden. Die Vp-en müssen dann so weit auseinander sitzen, daß gegenseitige Störung ausgeschlossen ist. Der Vl sitzt ihnen gegenüber zwecks genauer Überwachung des Versuches; er beobachtet die Vp-en und ihre Verhaltensweisen.

Vorausgesetzt, daß keine unvorhergesehene Störung eingetreten ist, besteht die Leistung der Vp in der Zahl der aufgereihten Perlen, etwaige Fehlleistungen sind eigens zu vermerken. (Zahl der gefallenen Perlen.) Ein passendes Protokollschema wird in Form einer übersichtlichen Zusammenstellung entworfen. Weiter sind die verschiedenen Verfahrensweisen zur Lösung der Aufgabe festzustellen: soweit sie angewandt oder überhaupt möglich sind.

Das Ziel der weiteren, in gleicher Weise verlaufenden Versuche ist, die zweckmäßigste Arbeitsform herauszufinden, die den besten Erfolg ergibt: Höchstzahl der gereihten Perlen bei Mindestzahl von Fehlern.

Daher wird der Versuch mehrfach wiederholt, jedesmal mit einer bestimmten Anweisung für die Art der Durchführung, entsprechend den gemachten Erfahrungen oder angestellten Überlegungen. Eine gewisse Arbeitsform ergibt sich dabei als die überlegene. Sie erlaubt ein Höchstmaß von Leistungen bei Ausschluß von Fehlern und unter Schonung der Vp (Minderung ihrer Anstrengung); vgl. hierzu das Taylorsystem und die Rationalisierung von Arbeitsverfahren im Wirtschaftsleben. Was die unveränderte Erhaltung der Leistungsfähigkeit angeht, so läßt sie sich in eigenen Versuchsreihen mit verlängerter Arbeitszeit prüfen (5 und mehr Minuten).

Die ausgezeichnete Stellung des günstigsten Verfahrens (der Methode der Wahl) ist im einzelnen zu begründen, d. h. es ist herauszufinden, was die Verbesserung der Leistung verursacht. Im Anschluß daran ist die Geschicklichkeit ihrem Wesen nach zu zergliedern und zu kennzeichnen. Sie erschöpft sich jedenfalls nicht im Motorischen, sondern besitzt auch eine intellektuelle Seite, wie die Verschiedenartigkeit der Verfahrens-

weisen zeigt. — Äußerlich betrachtet, stellt die Arbeit — wie in vielen verwandten Fällen — eine Reihe gleichartiger Reaktionen verwickelterer Art dar (Serienreaktion). Das quantitative Ergebnis des Versuches läßt sich näherungsweise aus den Erfahrungen mit den vier Grundformen des Reaktionsversuches ableiten. Die erforderliche Mindestzahl von Bewegungen im Einzelfalle und deren schätzungsweise Dauer erlauben einen Rückschluß auf die Zahl der möglichen Reihungen.

Wie bei jedem Prüfungsversuch sind vorherige Kenntnis und Übung bezl. der Arbeit bei den einzelnen Vp-en zu ermitteln; für die männlichen Teilnehmer liegen die Verhältnisse meist anders wie für weibliche.

IV. Versuche mit dem Ergographen.

Es handelt sich darum, eine fortlaufende körperliche Arbeit zu vollziehen bis zum Eintritt der Erschöpfung. Diese Leistung hat ein ausgesprochenes Willenserlebnis (Anspannung des Willens) zur Voraussetzung, wie sich besonders gegen Ende des Versuches zeigt. Als Arbeit wird das wiederholte, taktmäßige Heben eines Gewichtes gewählt: Es bedarf nur der Aufzeichnung der jedesmaligen Hubhöhe, um aus ihr und dem Gewicht bzw. dem Produkt die Größe der Arbeit (Kraft · Weg) zu berechnen. Apparate, die diesen Anforderungen entsprechen, heißen Ergographen. Eine besonders geeignete Form stellt Abb. 99 dar:

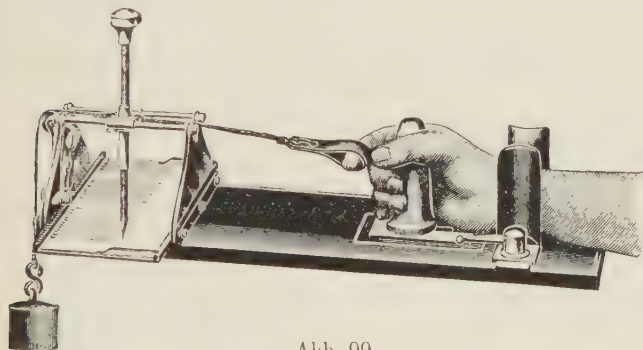


Abb. 99.



Abb. 100.

Die Handhabung ist unmittelbar verständlich. Wesentlich ist die selbsttätige Aufschreibung der jeweiligen Hubhöhen. Ein senkrecht gestellter Bleistift macht die Bewegungen des Gewichtes mit und zeichnet sie auf Millimeterpapier sofort ablesbar auf. Eine Hebelvorrichtung verschiebt bei jedem Zug das Papier um eine kleine Strecke, so daß das Versuchsergebnis durch eine Reihe nebeneinander liegender senkrechter Striche dargestellt wird. Die zeitlichen Verhältnisse werden durch ein Metronom festgelegt, nach dessen Taktschlägen die Hebungen zu erfolgen haben. Bei dieser Art der Schreibung ist die Form der Bewegung (Art der Hebung und Senkung des Gewichtes) nicht berücksichtigt. Dazu wäre statt eines einzelnen Striches eine Kurve erforderlich. Für feinere Versuche bedarf es einer solchen Schreibung, die bei anderen Ergographen

vorgesehen ist und sich auch mit diesem Modell ausführen läßt. Zu diesem Zwecke wird ein sog. Vertikalschreiber an die Gewichtsschnur des Ergographen gekuppelt. Der Zeiger beschreibt eine berußte Trommel. Man führt folgende Versuche aus:

Taktmäßige, größtmögliche Hebungen des Gewichtes (10 Kilogramm), bis Erschöpfung eintritt. Das Ergebnis ist eine sog. Arbeitskurve. Der Versuch wird wiederholt unter planmäßiger Abänderung von Gewicht und Geschwindigkeit der Hebung. Ferner beobachtet man die Wirkung von Pausen sowie die eines ermunternden Zurufes beim Nachlassen. Daran können sich Versuche mit Berücksichtigung der Bewegungsform schließen. Weiter empfiehlt sich dabei die Beschreibung der Erlebnisse durch die Vp (Methode der systematischen Selbstbeobachtung).

V. Die Arbeitskurve; quantitativer Nachweis der Ermüdung.

Die Erscheinungen der Gewöhnung und Übung, der Ermüdung und Erholung — in körperlichem wie in geistigem Sinne gemeint — gehören in den Bereich einer Psychophysik der Arbeit.

Um sie auf psychischem Gebiete zu untersuchen, bedarf es vor allem einer fortlaufenden, der Messung und Nachprüfung zugänglichen Arbeit. Als solche eignet sich besonders das fortlaufende Addieren in der Form, wie sie aus dem Beispiel auf S. 217 ersichtlich ist. (Kraepelinsche Rechenhefte, besser noch entsprechende Rechenbogen [M], die bei vollkommener Gleichmäßigkeit der Zahlzusammensetzung nur einmaliges Umblättern erfordern.) Bei senkrechten Reihen einstelliger Ziffern wird in jede Lücke rechts die Summe der darüber- und darunterstehenden Zahl geschrieben. Fällt sie zweistellig aus, so läßt man die Eins als selbstverständlich weg, mit Rücksicht auf die Gleichförmigkeit der Leistung. Aus dem gleichen Grunde bricht die Addition mit Beendigung einer Reihe ab, um bei der folgenden oben neu zu beginnen, die letzte Zahl der ersten Reihe wird also nicht zu der Anfangsziffer der folgenden addiert. Während der Arbeit ist in bestimmten Zeitabständen (je 1, 2 oder 3 bzw. 5 Minuten) auf ein Signal hin eine Marke in Gestalt eines Querstriches anzubringen, jedoch so, daß keine Addition an der betreffenden Stelle ausfällt (vgl. das Beispiel). Die Zahl der Additionen von Strich zu Strich gibt einen Maßstab für die Größe der in dieser Zeit vollzogenen Leistung. — Durch einen Vorversuch (5—10 Additionen) überzeugt man sich, daß die Vp die Arbeitsform beherrscht.

Die eigentliche Aufgabe der Vp besteht in der Hergabe ihrer Höchstleistung. In jedem Augenblicke muß sie — ohne jegliche Pause, Unterbrechung oder Ablenkung bei etwaiger Störung von außen — mit äußerster Anspannung ihrer Kräfte arbeiten. Diese Versuchsbedingung ist entscheidend. Nach Abschluß des Versuches wird durch Befragung festgestellt, ob und inwieweit sie nach dem eigenen Urteile der Vp verwirklicht worden ist. Da die Leistungsgrenze erreicht werden soll, so kommt es auf schöne Schrift nicht an. Leserlichkeit genügt. Zu achten ist auf Eintragung am richtigen Ort: nicht unter der Lücke, auch nicht zu weit daneben; andernfalls entstehen Unklarheiten bei der Auswertung, auch Un-

sicherheit während der Arbeit, die hemmend wirkt. Nachrechnen und Verbessern sind zu unterlassen, die Vp hat auf Richtigkeit allgemein zu achten; nur unter diesen Bedingungen ist die Eindeutigkeit der Leistung gesichert. Die Vp verfügt stets über zwei sorgfältig gespitzte Bleistifte (6kantig!), so daß beim Abrechnen oder Abschreiben des einen der Ersatz sofort zur Hand ist und ein Wegrollen vermieden wird.

Im allgemeinen empfiehlt sich eine Mehrzahl von Vp-en (4—12), also die Form des Massenversuches; im Hinblick auf die individuellen Unterschiede, die hier besonders wichtig sind. Dabei darf nicht übersehen werden, daß das gemeinsame Arbeiten für sich genommen ein maßgebender Umstand ist (Störung bzw. Ansporn).

Die Dauer des Versuches hängt von dem besonderen Zweck ab. Übung und Gewöhnung werden im Laufe von 20—30 Minuten deutlich sichtbar in Gestalt einer entsprechenden Leistungszunahme, abgesehen von der eigenartigen Anfangsphase, die besonders zu beachten ist. Zum Nachweis der Ermüdung an Hand der eigentlichen Arbeitsleistung bedarf es längerer Zeiten (45—60 Minuten und mehr). Bei der Abgrenzung kann unwissentlich oder wissentlich vorgegangen werden. Im zweiten Falle erfährt die Vp zu Beginn entweder die betreffende Zeit oder die Arbeitsmenge (Haltvermerk im Heft an der maßgebenden Stelle): 1000, 2000 oder 3000 Additionen. Der letzte Betrag stellt ungefähr die Stundenleistung des gebildeten Erwachsenen dar. Handelt es sich um Gewinnung einer vollständigen Arbeitskurve, so kommt nur eine mindestens einstündige Arbeitszeit in Betracht (s. Vordruck).

Um die Kurve selbst abzuleiten, wird die Zahl der Additionen von Marke zu Marke ermittelt und im Vordruck eingetragen. Zur Erleichterung dieser Feststellungen sei bemerkt, daß im Rechenheft auf jede Reihe 35, im Bogen 50 Additionen entfallen. Ungeachtet erheblicher individueller Unterschiede läßt die Kurve doch typische Züge erkennen: Perioden des An- und Abstieges der Leistung, dazu charakteristische kleinere Schwankungen. Die einzelnen Phasen werden deutlicher beim Ausgleich der Kurve bzw. bei Mittelwertsbildung. — Auch die Gesamtleistung (Summe der Additionen überhaupt) ist zu bestimmen (vgl. obige Norm).

Die Ermüdung kann, abgesehen vom Gange der Kurve, selbst noch auf motorischem Gebiete nachgewiesen werden. Sie ist nämlich keine Erscheinung, die sich auf die verursachende Leistung beschränkt, sie erstreckt sich vielmehr auch auf andere Teile des Nervensystems und zeigt sich daher in dem Rückgang bzw. der Veränderung von Leistungen, die an sich nichts mit der ermüdenden Arbeit zu tun haben. So wird bei geistiger Ermüdung auch die Muskeltätigkeit herabgesetzt. Zur Messung der letzteren dient das Dynamometer, das einen einmaligen maximalen Druck registriert; es besteht in seiner gebräuchlichsten, für die Hand bestimmten Form aus einer ovalen Feder. Deren Abplattung setzt eine im Inneren des Ovals angebrachte Zeigervorrichtung in Tätigkeit, welche die Stärke des Druckes in Kilogramm gemessen an einer Teilung anzeigt (S. 213). Neben der dynamometrischen Messung kann auch das Ergogramm benutzt werden.

Vordruck 48.

| Minuten: | Additionsleistung nach Einnahme von: | | |
|----------|---|-----|--------|
| | Alkohol | Tee | Kaffee |
| 6 5 | 5 7 | 8 5 | |
| 9 6 | 2 9 | 7 | |
| 7 0 | 7 6 | 2 | |
| 3 7 | 9 7 | 6 | 3 |
| 4 6 | 8 5 | 9 | |
| 2 8 | 7 3 | 5 | 6 |
| 6 1 | 6 1 | 1 | |
| 8 5 | 5 9 | 3 | 9 |
| 7 6 | 4 7 | 9 | 12 |
| 9 5 | 3 2 | 3 | |
| 6 3 | 9 7 | 8 | 15 |
| 7 6 | 8 9 | 4 | |
| 9 7 | 1 8 | 5 | 18 |
| 8 3 | 7 | 1 | 21 |
| 5 9 | 2 9 | 6 | |
| 4 1 | 7 9 | 2 | 24 |
| 7 8 | 5 5 | 7 | |
| 1 7 | 6 4 | 1 | 27 |
| 6 5 | 5 1 | 7 | 30 |
| 9 3 | 6 1 | 8 | |
| 4 7 | 4 0 | 6 | 33 |
| 3 8 | 3 7 | 9 | |
| 5 7 | 9 2 | 4 | 36 |
| 2 1 | 9 5 | 5 | |
| 9 | 6 9 | 1 | 39 |
| | 3 9 | 7 | 42 |
| 8 7 | 8 1 | 4 | |
| 7 5 | 5 3 | 9 | 45 |
| 6 3 | 7 2 | 8 | |
| 7 3 | 9 6 | 7 | 48 |
| 5 2 | 6 5 | 2 | |
| 4 9 | 8 4 | 3 | 51 |
| 1 5 | 1 9 | 6 | |
| 8 9 | 5 6 | 1 | 54 |
| 5 3 | 9 4 | 5 | |
| 4 9 | 4 3 | 9 | 57 |
| 3 7 | 2 7 | | |
| | | | 60 |
| | | | Sa: |

licher Arbeit (Ermüdung) auf die geistige Tätigkeit kann man nachprüfen, indem man vor und nach einer bestimmten Muskelleistung 5—10 Minuten addieren läßt. Eine meßbar veränderliche körperliche Arbeit hat man in dem Treppensteigen, wobei Anzahl und Geschwindigkeit auseinander zu halten sind. Es ergeben sich dabei eine ganze Reihe von Fragen: u. a. kann man einen Schwellenwert für die körperliche Arbeit bestimmen, bei dem sich gerade ein Nachlassen im Addieren bemerkbar macht.

Die beschriebenen Additionsversuche lassen sich mannigfach ausgestalten. Lehrreich sind besonders 1—2 Wiederholungen ein und desselben Versuches ohne jede Abänderung nach einigen Tagen Zwischenpause. Verlauf wie Ausmaß der Leistungen erfahren wesentliche Änderungen, die für die Deutung der Arbeitskurve wichtig sind. — Auch die Wirkung von Pausen nach Dauer und Zeitlage läßt sich planmäßig untersuchen. Endlich kann die Arbeitsform geändert werden: an die Stelle des ungewohnten schriftlichen Addierens in der angegebenen Form tritt Kopfrechnen mit aufsteigender Summe, welch letztere jeweils an die Zeitmarke geschrieben wird, um darauf die Addition von vorne anzufangen. Das nicht-schriftliche Addieren läßt sich auch so durchführen, daß jeweils nur bis zum Betrag 100 zusammengezählt wird, um dann neu zu beginnen. Die kritische Zahl, mit der dieser Wert gerade erreicht oder überschritten wird, ist zu unterstreichen: das Ergebnis kann so nachgeprüft werden.

Statt des fortlaufenden Zusammenzählens kommen als Arbeitsleistungen auch in Betracht: das entsprechende Abschreiben von Zahlen oder das Durchstreichen bestimmter Buchstaben (z. B. e, g, b) in einem Text (Durchstreichungsversuch).

Steht hinreichend Zeit zur Verfügung, so tritt bei allen diesen Versuchen zur quantitativen die qualitative Auswertung: die Fehlerzahl wird bestimmt, und ihre Verteilung durch eine eigene Kurve dargestellt. Die Qualität drückt sich im Prozentsatz der Fehler aus (vgl. deren Weiterverwertung in Gestalt von Schwierigkeitsbestimmungen).

Wertvoll sind schließlich eingehendere Selbstbeobachtungsprotokolle der Vp-en am Schluß der Arbeit: Angaben über die Arbeitsweise, nicht nur die Erfüllung der Aufgabe, die Höchstleistung herzugeben; auch Beobachtungen über Ablenkungs- und Störungserscheinungen, Willenanspannung überhaupt, Gefühlsbetonung usw. Durch geeignete Fragen des Vls wird der Bericht vervollständigt.

VI. Versuche über den Einfluß verschiedener Narkotica.

Zum Nachweis der psychischen Wirkung von Narkotika (Alkohol, Koffein, welch letzteres den wirksamen Bestandteil von Tee und Kaffee bildet) bedarf es der Massenversuche (20—50 Teilnehmer) nach der Methode des fortlaufenden Addierens. Es werden zwei gleich große Gruppen gebildet: die eine dient als Norm, die andere erhält bei Versuchsbeginn eine entsprechende Menge des betreffenden Narkotikums. In Betracht kommen:

für Alkohol: $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ l Wein oder 1—2 Flaschen Starkbier (15 $\frac{0}{0}$),

für Koffein: $\frac{1}{2}$ l Tee (10 g. Aufguß von 3 Minuten, Süßung nach Belieben mit Saccharin, kein Milch- oder sonstiger Zusatz).

Die Arbeitsdauer soll etwa eine Stunde betragen. Man bildet für beide Gruppen die Mittelwertskurve. Durch passende Zusammensetzung der Leistungen innerhalb der Gruppen (Ausscheidung einzelner Teilnehmer) wird dafür gesorgt, daß für beide Gruppen die Ausgangsleistung merklich gleich ist. Dementsprechend darf dann die durchschnittliche Leistungsfähigkeit in beiden Fällen angesetzt werden. Der weitere Verlauf der zwei Kurven ergibt den typischen Einfluß des Narkotikums. Zur Verdeutlichung des Unterschiedes dienen eigene Differenzkurven, die bei stärkeren Schwankungen ausgeglichen werden.

Etwaige Zu- oder Abnahme läßt Rückschlüsse auf Hemmung oder Anregung zu.

An die Stelle des fortlaufenden Addierens kann auch eine andere Arbeit treten, wie Zahlenabschreiben oder Durchstreichen von bestimmten Buchstaben in einem Text. Ferner sind Reaktionsversuche geeignet.

VII. Schwierigkeitsbestimmung von Leistungen.

1. Methoden der Schwierigkeitsbestimmung.

Die Frage nach der Schwierigkeit kann grundsätzlich bei jeder Leistung aufgeworfen werden. Sie ist von besonderer Bedeutung bei Denkaufgaben, Arbeitsvorgängen und Prüfungsversuchen jeder Art. Die Abstufung nach der Schwierigkeit ist eine unerläßliche Grundlage der Testpsychologie.

Zur Bestimmung der Schwierigkeit dienen folgende Verfahren:

1. Die Messung der Leistungsdauer (vgl. den Reaktionsversuch und seine Abarten). Unter sonst gleichen Bedingungen ist diejenige von zwei Leistungen die schwierigere, die mehr Zeit beansprucht. Man denke an zwei Rechenaufgaben derselben Art: $50 + 30$ und $87 + 56$; vgl. ferner die verschiedene Dauer von gebundenen Assoziationen. (§ 10.)

2. Das Verdrängungsverfahren: Gleichzeitig mit der Hauptleistung, deren Schwierigkeit zu ermitteln ist, wird eine Nebenaufgabe gestellt, lösbar in Abstufung. Das Ausmaß ihrer Minderung liefert den gesuchten Maßstab. Es soll z. B. ein taktiler Intensitätsvergleich oder eine entsprechende Zahlauffassung als Hauptaufgabe vollzogen, daneben sinnloser Lesestoff nach Möglichkeit aufgefaßt werden. Je besser dies gelingt, desto leichter ist die zugehörige taktile Aufgabe. (Vgl. § 10, die Versuche zur Enge des Bewußtseins, die entsprechend abgeändert werden.)

3. Die Verteilung der Schwierigkeitsurteile unter sonst gleichen Bedingungen (statistisches Verfahren): Eine größere Zahl von Personen wird z. B. gefragt, welche Aufgaben des Einmaleins besonders schwer, welche entsprechend leicht erscheinen. Daraus ergibt sich eine gewisse Rangordnung.

4. Die Fehlerverteilung unter sonst gleichen Bedingungen: Von zwei Aufgaben ist diejenige die schwierigere, die die meisten Fehlleistungen nach sich zieht. Die Methode ist neben der ersten die häufigste und wichtigste.

2. Schwierigkeitsbestimmung bei einfachsten Additionen.

Eine Schwierigkeitsbestimmung nach dem letzten Verfahren erlauben die Arbeitsversuche nach der Methode des fortlaufenden Addierens bei Verwendung der Rechenbogen (M), nicht der Kraepelinschen Rechenhefte. Dabei kommen sämtliche paarweisen Additionsformen einstelliger Zahlen

zwischen 2 und 9 — im ganzen 64 — gleich oft vor: die Voraussetzung für das Verfahren. Die Abszisse eines Koordinatensystems dient zur Darstellung der 64 Einzelaufgaben, die in entsprechender Ordnung aneinander gereiht werden. ($\frac{2}{2} \frac{2}{3} \frac{2}{4} \frac{2}{5} \frac{2}{6} \dots$) Ordinate ist die zugehörige Fehlerzahl. Es muß eine hinreichend große zur Verfügung stehen, wenn die Bestimmung ihren Zweck erfüllen soll: möglichst einige Hundert, was mehrere zehntausend Additionen — die Stundenleistung von 10–20 erwachsenen Vp-en — voraussetzt. (Vgl. die Versuche zur Arbeitskurve.) Die betreffende Kurve wird sodann in eine Rangordnungskurve umgewandelt, d. h. die Aufgaben sind im Sinne aufsteigender Fehlerzahl zu ordnen.

Das Ergebnis ist jedenfalls, daß diese äußerst geläufigen Additionen noch beträchtliche Unterschiede bezl. der Fehlerzahl und damit der Schwierigkeit aufweisen. Es gibt spezifisch schwierige Aufgaben, die auffällenderweise die gleichen sind wie beim Anfänger im Rechnen, dem Volksschulkinde. Sie sind näher zu bestimmen nach Größe wie Reihenfolge, Geradheit und Ungeradheit der Zahlen. Es lassen sich bestimmte Gesetzmäßigkeiten ableiten.

Das geschilderte Verfahren kann man auf verwandte Fälle übertragen z. B. auf Subtraktionen entsprechender Art. Die Ziffern des Rechenbogens sind zu dem Zweck abwechselnd mit einem Minuszeichen zu versehen. Auch Multiplikationen kommen in Betracht. Alle Zahlen sind mit 2 oder 3 usw. zu vervielfältigen. — Wertvoll ist weiter eine vergleichende Untersuchung mittels Zeitmessung. Die Additionsdauer der einzelnen Zahlenpaare wird mit Hilfe des Reaktionstachistoskopes und eines Schallschlüssels bestimmt. Es fragt sich, ob Fehlerverteilung und Lösungsdauer sich entsprechen, d. h. zur gleichen Schwierigkeitsabstufung führen.

VIII. Beispiele für Korrelationsrechnung.

1. Allgemeines über die Korrelationsrechnung; Formeln.

Die Korrelationsrechnung sucht gegenseitige Abhängigkeitsbeziehungen (Korrelationen) unter anderen von geistigen Leistungen quantitativ zu bestimmen. An einem Beispiel soll gezeigt werden, in welcher Weise das geschieht. Angenommen, bei 178 Personen ist die Geschwindigkeit im fortlaufenden Zusammenzählen und im Abschreiben von einstelligen Zahlen festgestellt worden. Die Ergebnisse für einen Zeitraum von 10 Minuten schwanken für das Rechnen zwischen 550–1000 Aufgaben, während die Grenzwerte für das Abschreiben 760–1300 Ziffern betragen. Die Zahlenwerte jeder einzelnen Person werden in eine sog. Verteilungstafel eingetragen, und zwar so, daß die Ordinaten des Viereckes, in das ihre Ordnungsnummer kommt, ihre Leistungen angeben. Wenn also von den 178 eine Vp 765 Zahlen abgeschrieben und 600 Aufgaben gerechnet hat, so kommt sie in das zweite Viereck der obersten Reihe zu stehen, weil die Abszisse 760 für das Abschreiben lautet und die Ordinate 600 für Rechnen. Trägt man in dieser Weise die Ergebnisse aller Personen in die Tafel ein, so ergibt sich die Verteilung, die Tafel V zeigt. Aus ihr geht hervor, daß in der Tat ein Zusammenhang zwischen Schreib- und Rechengeschwindigkeit besteht derart, daß hohe Leistung in einen Falle

auch mit einer solchen im anderen einhergeht. Äußerlich drückt sich das in der diagonalen Anordnung der Zahlen aus (in der Richtung von links oben nach rechts unten). An der Hand der Tafel läßt sich der Korrelationskoeffizient (r) mit Hilfe der Formel

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \cdot \sum y^2}}$$

berechnen. Für die verschiedenen Werte von x und y werden die Zahlen genommen, die sich ergeben, wenn die Koordinatenpunkte, Ordinatenpunkte

**Fortlaufendes
Zusammenzählen (x) →**

-5 -4 -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 +4

Abschreiben (y)
↓

| | | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 | |
|----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| -4 | 760 | | 1 | | | | | | | | | 1 |
| -3 | 820 | | 1 | 3 | 1 | | | 1 | | | | 6 |
| -2 | 880 | 1 | | 5 | 7 | 3 | | | | | | 16 |
| -1 | 940 | | 1 | 2 | 11 | 21 | 10 | 2 | 1 | | | 48 |
| 0 | 1000 | | | 1 | 4 | 14 | 22 | 9 | 2 | | | 52 |
| +1 | 1060 | | 1 | | 1 | 5 | 9 | 10 | 6 | | 1 | 33 |
| +2 | 1120 | | | | 1 | 1 | 5 | 7 | 2 | 1 | | 17 |
| +3 | 1180 | | | | | | | | 3 | | | 3 |
| +4 | 1240 | | | | | | | | | 1 | | 1 |
| +5 | 1300 | | | | | | | | 1 | | | 1 |
| | | 1 | 4 | 11 | 25 | 44 | 46 | 29 | 15 | 2 | 1 | 178 |

Tafel V.

bzw. Vierecke mit der mittleren Leistung gleich Null gesetzt und die linksstehenden Quadrate der Reihe nach mit 1 — 2 — 3 usw., die rechtsstehenden entsprechend mit denselben Ordnungszahlen, aber positiven Vorzeichen versehen werden (s. Tafel V).

$$\sum x^2 = 455,$$

wenn der Reihe nach die einzelnen Werte für x ins Quadrat erhoben und zusammengezählt werden: 1 Vp (erste Vertikalreihe von links) mit $-5 = 25$; dann 4 Vp-en (zweite Reihe) mit $-4 = 16 \cdot 4 = 64$ usw.

$$\sum y^2 = 351.$$

Der Ausdruck $\Sigma x \cdot y$ wird = 258 (nämlich 282 — 24, da einige Werte infolge der Verschiedenheit der Vorzeichen negativ ausfallen). So ergibt sich

$$r = \frac{258}{\sqrt{455 \cdot 351}} = 0,65.$$

Die Bedeutung dieser Zahl wird klar, wenn man berücksichtigt, daß die Zahl 1 vollkommene, — 1 vollkommen umgekehrte Korrelation und Null das Fehlen jeder Korrelation, $> 0,5$ starke, $< 0,5$ schwache Korrelation bedeuten. Die Formel gilt nur unter einer bestimmten Voraussetzung, daß nämlich die Regressionslinien gerade sind (Tafel V die beiden roten Kurven). Diese Linien ergeben sich, wenn man die Mittelwerte aller y bestimmt, die zu einem bestimmten x gehören und umgekehrt. Die Mittelwerte sind in der Abbildung in Form von Punkten (zur ausgezogenen Geraden) und in Form von Ringen (zur unterbrochenen Geraden) eingetragen.

Nicht immer können Leistungen in Maßzahlen ausgedrückt werden, z. B. das sittliche Verhalten nicht; hier kommt höchstens eine Rangordnung in Betracht mit Rangzahlen. Man unterscheidet demnach Maß- und Rangkorrelation. Für letztere läßt sich nach einem ähnlichen Verfahren wie bei der ersten ein Korrelationskoeffizient berechnen.

Neben Maß- und Rangkorrelation ist die Alternativkorrelation als einfachster Fall zu nennen. Dabei wird eine vorhandene Menge nur in zwei Teile geteilt (männlich-weiblich, gute-schlechte Leistungen z. B.). Der Zusammenhang und seine Wahrscheinlichkeit wird mittels der Vierfeldermethode (der Vierfeldertafel) untersucht unter Benutzung des Yule'schen Koeffizienten. Beispiel:

44 Kinder wurden in der Volks- und in der Mittelschule in gute und schlechte Mathematiker eingeteilt, entsprechend der folgenden Tafel:

| Im Rechnen waren: | | in der Volksschule | | Summe |
|---------------------|----------|--------------------|----------|-------|
| | | gut | schlecht | |
| in der Mittelschule | gut | 17 | 2 | 19 |
| | schlecht | 12 | 13 | 25 |
| | | 29 | 15 | 44 |

Die guten Mittelschüler sind demnach mit Ausnahme von zweien aus der Reihe der guten Volksschüler hervorgegangen. Es besteht also ein innerer Zusammenhang zwischen den beiden Verteilungen. Dieser bzw. die Korrelation ist um so größer, je größer die Zahl der Fälle ist, die in der Volks- und Mittelschule den gleichen Erfolg haben und je seltener ein Schulwechsel mit einem Leistungswechsel einhergeht. — Allgemein hat die Vierfeldertafel diese Gestalt:

nuten lang fortlaufend einstellige Zahlen zusammenzählen (s. S. 217) und gerade so lange nur Zahlen abschreiben. Um die Wirkung der Ermüdung für die eine Leistung auszuschalten, wechselt man mit jeder Minute die Arbeit. Die Korrelation wird nach dem angegebenen Beispiel berechnet unter Verwendung des Vordruckes 49. Die Leistungen einer jeden Vp trägt man in Form eines Punktes in das zugehörige Viereck ein; am Schluß können die Punkte in den Quadraten durch ihre Anzahl ersetzt werden, entsprechend Tafel V.

Das Verhältnis der Geschwindigkeiten im Zahlenabschreiben und im schriftlichen Addieren ist insofern von Wichtigkeit, als die letztere Leistung zum Teil durch die erstere bedingt ist; auf Grund dieses Verhältnisses läßt sich die für die eigentliche Rechenleistung erforderliche Zeit genauer ermitteln. Weitere Korrelationen ergeben sich, wenn man unter den gleichen Bedingungen wie oben die einstelligen Zahlen lesen läßt oder einen Durchstreichungsversuch anstellt (e oder n in einem Text). Außer dem Korrelationskoeffizienten für fortlaufendes Addieren und Abschreiben ($=$) sind dann noch die für Addieren und Durchstreichen ($=$) sowie für Abschreiben und Durchstreichen ($=$) zu berechnen; dazu die für Lesen und Schreiben ($=$), ferner für Lesen und Addieren ($=$). Schließlich kommt die Korrelation zwischen Lesen und Durchstreichen ($=$) in Betracht.

A. Michotte et Prüm, *Étude expérimentale sur le choix volontaire et ses antécédents immédiats*. Löwen 1910.

Wichtig für die Methode der Auswahl.

N. Ach, Wille. Handwörterb. d. Naturw. Jena 1913.

Der Artikel bringt der Hauptsache nach die Ergebnisse der beiden bahnbrechenden Untersuchungen Ach's.

H. Münsterberg, *Die Willenshandlung*. Ein Beitrag zur physiologischen Psychologie. Freiburg 1888.

J. Lindworsky, *Der Wille. Seine Erscheinung und seine Beherrschung nach den Ergebnissen der experimentellen Forschung*. 3. Aufl. Leipzig 1923.

Eine vorzügliche zusammenfassende und zugleich knappe Darstellung.

N. Ach, *Über die Willensstätigkeit und das Denken*. Göttingen 1905.

N. Ach, *Willensakt und Temperament*. Leipzig 1910.

A. Pfänder, *Phänomenologie des Willens*. Leipzig 1900.

Handb. d. norm. u. pathol. Physiol. Bd. X. Berlin 1927.

W. Wirth behandelt zusammenfassend die Reaktionszeiten.

O. Bumke, *Handbuch der Geisteskrankheiten*. Berlin 1928.

A. Bostroem gibt eine zusammenfassende Darstellung der Willenspsychologie.

Th. Ziehen, *Sechs Vorträge zur Willenspsychologie*. Jena 1927.

Zur Einführung sehr geeignet. Standpunkt der Assoziationspsychologie.

E. Tegen, *Moderne Willentheorie*. Upsala 1924.

Th. Lipps, *Vom Fühlen, Wollen und Denken. Versuche einer Theorie des Willens*. Leipzig 1907.

W. Wundt, *Grundriß der Psychologie*. Leipzig.

E. Meumann, *Intelligenz und Wille*. 3. Aufl. Leipzig 1920.

E. Wentscher, *Der Wille*. Leipzig 1910.

H. Schwarz, *Psychologie des Willens*. Leipzig 1900.

M. Isserlin, *Übung und Ermüdung*. Handwörterb. der Naturw. Jena 1913.

W. Peters, *Einführung in die Pädagogik auf psychologischer Grundlage*. Leipzig 1916.

Eine ausgezeichnete, knappe Darstellung, die ein reiches Material verarbeitet hat. Das Lernen und die Arbeit des Schulkindes sind gesondert behandelt.

E. Meumann, *Abriß der experimentellen Pädagogik*. Leipzig und Berlin 1914.

Ein sehr brauchbarer Auszug aus dem folgenden Hauptwerk.

E. Menmann, Vorlesungen zur Einführung in die experimentelle Pädagogik und ihre psychologischen Grundlagen. Leipzig 1914.

Der dritte Band dieses umfassenden Werkes behandelt ausführlich die Psychophysik der Arbeit.

E. Kraepelin, Über die Beeinflussung einfacher psychischer Vorgänge durch einige Arzneimittel. Jena 1892.

Fortgesetzt sind diese Versuche in Kraepelin's Psychologischen Arbeiten; dort auch weiteres über die Arbeitskurve.

R. B. Catell, The effects of alcohol and caffeine on intelligent and assoziative performance. The british journal of medical psychology, Bd. 10, 1930.

Die neueste Arbeit auf diesem Gebiete.

R. Schulze, Aus der Werkstatt der experimentellen Psychologie und Pädagogik. Leipzig 1913.

Das Beispiel für Korrelationsrechnung ist diesem Buche entnommen, das, leicht geschrieben, ein reiches Material bringt.

W. Betz, Über Korrelation. Methoden der Korrelationsberechnung und kritischer Bericht über Korrelationsuntersuchungen aus dem Gebiete der Intelligenz, der Anlagen und ihrer Beeinflussung durch äußere Umstände. Leipzig 1911.

G. Deuchler, Über die Methoden der Korrelationsrechnung in der Pädagogik und Psychologie. Zeitschr. f. päd. Psychol. u. exp. Pädag., 1914.

A. Huth, Zur Kritik der psychologischen Korrelationsmethoden. Zeitschr. f. ang. Psychol., Beiheft 29. Leipzig 1921.

W. Stern, Die differentielle Psychologie in ihren methodischen Grundlagen. Leipzig 1911.

Das bedeutendste Werk auf diesem Gebiete, das die Korrelationsrechnung eingehend behandelt; erschöpfende Literaturangaben am Schluß.

Fr. Giese, Handbuch der Arbeitswissenschaft. Halle 1925.

B. Kern, Wirkungsformen der Übung. Münster 1930.

Eine umfassende Untersuchung.

B. Kern u. M. Lindow, Die mathematische Auswertung empirisch gefundener Kurven mit besonderer Berücksichtigung der Übungskurven. Zeitschr. f. ang. Psychol., Bd. 35, 1930.

Die wertvolle Untersuchung ist von allgemeiner Bedeutung, weil sie eine Methode angibt, die gestattet, ohne schwierige mathematische Rechnungen den Funktionscharakter empirisch gefundener Kurven zu bestimmen.

K. Levin, Die Entwicklung der experimentellen Willenspsychologie und die Psychotherapie. Leipzig 1929.

Unterrichtet über die neuesten Untersuchungen.

R. Pauli, Beiträge zur Psychologie des Rechnens. Arch. f. d. ges. Psychol., Bd. 59, 1927.

Die Schwierigkeitsbestimmungen im Text fußen auf dieser Arbeit.

R. Pauli, Der Einfluß von Tee auf geistige Arbeit. Arch. f. d. ges. Psychol., Bd. 60, 1927.

Die Versuche über den Einfluß verschiedener Narkotika gehen auf diese Arbeit zurück, die auch weitere Quellennachweise bringt.

R. Pauli, Zur Psychologie der Geschlechter. Arch. f. d. ges. Psychol., Bd. 66, 1928.

Wichtig für die Frage nach der Arbeitskurve.

§ 14. Traum und Hypnose.

I. Über die Beobachtung und Verwertung von Träumen.

Die eigene Beobachtung von Träumen fällt außerhalb des Bereiches praktischer Übungen. Daher werden im folgenden fremde Beobachtungen zugrunde gelegt, um an ihnen zu zeigen, wie zwei Hauptfragen der Traumforschung zu behandeln sind: nämlich wie Träume zweckmäßig beobachtet werden, und nach welchen Gesichtspunkten sie psychologisch zu bearbeiten sind.

1. Über Traumbeobachtung.

Die nachstehenden Aufzeichnungen über Träume sind deshalb gewählt, weil sie im Gegensatz zu verwandten Beispielen das Ergebnis wirklich genauer Beobachtungen sind, d. h. planmäßig alle in Betracht kommenden

Bedingungen berücksichtigen. Für die Gewinnung der Protokolle waren folgende Gesichtspunkte maßgebend:

1. Völlige Regelmäßigkeit der Beobachtung längere Zeit hindurch. Auf diesem Wege wird die nötige Übung in der Beobachtung erreicht; auch seltener vorkommende Erscheinungen werden erfaßt. Ferner sind damit die Unterlagen für statistische Feststellungen gegeben, z. B. über die Häufigkeit gewisser typischer Formen, von Geruchsträumen etwa.

2. Sofortiges Aufschreiben nach dem Aufwachen. Bei der Flüchtigkeit der Traumerlebnisse versagt in jedem anderen Falle die Erinnerung.

3. Die Aufzeichnungen beabsichtigen nicht bloß eine Inhaltsangabe des Traumes, sondern versuchen die Beschaffenheit des Erlebnisses zu beschreiben, d. h. die Art, wie der Trauminhalt im Bewußtsein gegeben war; insbesondere soll auch der Unterschied zu verwandten Vorgängen des Wachlebens erfaßt werden. Mit Rücksicht auf letzteren Gesichtspunkt sind zu den Protokollen stets folgende Angaben gemacht worden (im folgenden nicht mit angeführt):

1. Ob die Tagesbeschäftigung die gewöhnliche war.

2. Die besondere Beschäftigung am Traumtag.

3. Die Beschäftigung am Abend.

4. Die Zeit des Zubettgehens.

5. Über den Bewußtseinsinhalt vor dem Einschlafen.

6. Über die Zeit bis zum Eintritt des Schlafes.

7. Über die Art des Erwachens.

8. Über die Tiefe des Schlafes.

9. Über den Bewußtseinsinhalt unmittelbar beim Erwachen. Dabei wurde auch angemerkt, ob ein bestimmtes Gefühl vorherrschend oder eine besondere Empfindung beim Erwachen festzustellen war.

Die Abfassung der Aufzeichnungen geschah nach diesen Gesichtspunkten:

1. War der Inhalt des Traumes beim Erwachen unmittelbar gegenwärtig?

2. Wann und durch welche Assoziation kam die Erinnerung an den Traum?

3. Der Inhalt des Traumes?

4. Art, Beschreibung des Erlebnisses und Vergleich mit Vorgängen des Wachbewußtseins.

5. Was wurde in der vorausgegangenen Zeit erlebt, das mit dem Traum in Zusammenhang zu bringen ist?

2. Aufgabe über die Verwertung von Traumb Beobachtungen.

Wesentlich für den Traum ist unter anderen das Zurücktreten der im Wachzustande am meisten in Anspruch genommenen Funktionen: Denken, Erkennen, Wille, Aufmerksamkeit und Ichbewußtsein. Die auf S. 227–228 angeführten Beispiele sind typisch in dieser Hinsicht. Die Aufgabe, die im Anschluß daran zu lösen ist, besteht darin, in den einzelnen Fällen herauszufinden, welcher Zug in dem betreffenden Protokoll als charakteristisch anzusehen ist, und in welcher Form sich der fragliche Unterschied gegenüber den Vorgängen des Wachbewußtseins geltend macht.

Allgemein erhebt sich im Anschluß an diese Äußerungen die Frage, worin der Unterschied zwischen Wach- und Traumbewußtsein zu suchen ist: eine Grundfrage der Psychologie überhaupt, weil ihre Beantwortung die Kennzeichnung der beiden Hauptzustände des Bewußtseins voraussetzt.

Der Zusammenhang der einzelnen Protokolle mit einer der erwähnten psychischen Erscheinungen ist jedesmal durch die Überschrift kenntlich gemacht.

Vorstellungen und ihre Bedeutung:

1. Ich hörte die Stimme eines Professors sehr deutlich, es waren Worte im Bewußtsein, aber kein Sinn wurde damit verbunden. Daß es die Stimme des Professors, der am Vormittag gelesen hatte, gewesen sei, konstatierte ich erst nach dem Erwachen, und zwar konnte ich es durch die Klangähnlichkeit tun, in den Augenblicken vorher war mir nicht bewußt gewesen, wer die Worte spreche, überhaupt nicht, daß sie jemand spreche und daß es Worte seien.

2. Ich war in meinem Zimmer und ging hinaus auf den Gang, da kam mir Herr N. entgegen und brachte mir einen Brief, den ich nun las. Obwohl ich Herrn N. einige Zeit betrachtete und nach dem Erwachen mich deutlich seines Bildes, das ich im Traume gesehen hatte und das der Wirklichkeit durchaus entsprach, erinnerte, war mir im Traume doch nicht bewußt, daß es Herr N. sei, den ich täglich sehe, noch sonst irgend etwas, das mit der Bedeutung dieses Mannes im wachen Leben für mich im Zusammenhang steht, während mir dies in dem gleich darauf folgenden Erwachen sofort gegenwärtig war.

3. Ich ging mit einem Freunde spazieren. Er sprang über einen steilen Graben und stürzte dabei, so daß er fast tot liegen blieb. Sogleich stand er aber wieder auf und sprach mit mir über irgend etwas anderes.

4. Es fuhr ein Zug an uns vorbei, in dem lauter Frauen saßen. Mein Bruder sagte, da sitzen ja lauter Gardinen darin. Daß Gardinen Frauen bedeute, schien mir selbstverständlich, ich merkte gar nicht, daß das ein eigenartiger und ungewöhnlicher Ausdruck sei.

Entstehung und Ablauf von Vorstellungen:

1. Ich hatte von Physik geträumt und mußte nun meine Hand zerschneiden und genau ihr Gewicht bestimmen.

2. Ich hatte im chemischen Laboratorium gearbeitet und wusch noch vor dem Fortgehen gründlich meine Hand von den Säuren und trocknete sie mit meinem Handtuch ab.

(In beiden Träumen war die Empfindung dieselbe, nämlich der durch das Liegen hervorgerufene Druck.)

3. Ich war in einem Zimmer und aß ein Brot. Darauf sah ich mit meinem Bruder zu, wie Wagen und Automobile einen steilen Berg herunterfahren in ein kleines Städtchen hinein. Ein Automobil, das ziemlich schnell fuhr, stürzte, da es über einen Stöpsel fuhr, und letzterer flog einem kleinen Kinde, das soeben geboren war, in den Mund. Darauf sprach ich mit einem Beamten über Kinderpsychologie. Dann war ich im psychologischen Institut und wollte nun einen Besuch machen, fand aber, daß meine Schuhe infolge des schlechten Wetters zu schmutzig seien. Danach hatte ich wiederum im psychologischen Institut ein Referat über die Odyssee zu halten.

4. Ich war an einem See und sah einen Balken im Wasser schwimmen und dachte, das sieht ja wie eine menschliche Leiche aus. Sofort sah ich, daß es eine wirkliche Leiche sei.

5. Ich ging durch Anlagen, um abzukürzen, und dachte, hoffentlich sieht mich kein Wegwarter. Doch am Ende des Weges sah ich sofort einen stehen und mußte ihm nun direkt entgegengehen.

Ichbewußtsein:

1. Ich war auf einer Kegelbahn und stand draußen bei den Kegeln, die besonders ein Herr sehr stark warf. Dann kam ein Bekannter, und dieser Herr erzählte ihm, daß mich vier Kegelkugeln getroffen hätten und ich tot sei. Die erste habe mich am Kopf verletzt, so daß ich sehr geschrien und gezuckt habe. Ich sah mich nun tatsächlich am Boden blutend liegen. Zugleich wußte ich aber, daß ich vor dem Herrn stehe und seiner Erzählung zuhöre.

Gefühl:

1. Ich stieg auf einen Turm, wobei mich ein älterer Mann führte. Da kamen wir an einem tiefen Loch vorbei, und ich schaute hinunter und dachte, wie es wäre, wenn ich da hinunterfielen, ein Halt gäbe es da nicht mehr, dabei hatte ich ein wenig Angst. Der Führer kletterte nun voraus durch ein Fenster, das ganz morsch war, das brach und er stürzte hinab in die Tiefe. Noch im Fallen rief er betrübt: „Ach, was hilft mir jetzt mein Geld, ach, so früh zu sterben!“ Ich legte mich nun vorsichtig nieder und sah zum Fenster hinunter. Er war ganz zerschmettert, doch erhob er sich noch einmal, um etwas zu sagen, fiel aber dann gleich tot hin. Ich ging nun in ein Wirtshaus und erzählte alles. Die Leute sagten, es sei doch verboten gewesen, da hinaufzugehen. Dann ging ich mit einem Arzte hin, um den Tod des Führers zu konstatieren, und sprach noch mit einem Bekannten, dem ich die letzten Worte des Führers erzählte.

3. Beziehungen zu geistigen Störungen; Meskalinversuche.

Zwischen Traumerlebnissen und krankhaften Geisteszuständen besteht eine gewisse Verwandtschaft. Man vergleiche daraufhin die folgenden Aussagen Geisteskranker mit den vorstehenden Traumaufzeichnungen:

1. Ideenflucht:

a) Es geht, wie's steht. In welchem Regiment haben sie gestanden? Herr Oberst ist zu Hause. In meinem Hause, in meiner Klausur! Haben sie Dr. Klaus gesehen? Kennen Sie Koch, kennen Sie Virchow? Sie haben wohl Pest oder Cholera? (Beim Anblick der Uhrkette des Arztes.) Ach, die schöne Uhrkette, wie spät ist es?

b) Ja, da war ich stumm und dumm, aber nicht taub, ich kenne die Ida Daube, die ist tot, wahrscheinlich an Blinddarmentzündung, ich weiß nicht, ob sie blind war; blinder Hesse, Großherzog von Hessen, die Schwester Luise, Großherzog von Baden, der Mann ist gestorben am 28. Sept. 1907, wie ich zurückgekommen bin, ja rot gold rot.

2. Delirium tremens mit traumhafter Bewußtseinstrübung:

„Das Bild ist nicht deutlich nachgeahmt; alle Augenblicke steht bald hier, bald dort einer und lauert mit dem Revolver; wenn ich die Augen aufmache, verschwinden sie.“ In beide Zehen und den Kopf sei ihm — dem Kranken — stinkende Flüssigkeit eingespritzt worden, durch die Bilder entstehen, die man dann für Wirklichkeit hält; das mache ein internationaler Verband, der Leute wegschaffe, die „durch Fehltritte unverschuldet ins Unglück kamen“. Dabei blickt er gespannt nach dem Fenster, wo er Häuser und Bäume sieht, die verschwinden und wieder erscheinen. Bei leichtem Druck auf die geschlossenen Augen sieht er zuerst Gefunkel, dann einen Hasen, ein Bild, einen Kopf, ein Waschgeschirr, einen Halbmond, einen Menschenkopf, anfangs verschwommen, dann farbig.

Neuerdings ist es gelungen, geistige Störungen, die sowohl bestimmten geistigen Erkrankungen als auch Traumerlebnissen nahestehen, auf pharmakologischem Wege, also experimentell hervorzurufen. Abgesehen von dem Opium, Haschisch und Kokain eignet sich besonders das Mescalitin dazu: ein mexikanisches Rauschgift, gewonnen aus dem Saft einer Kaktus (der Peyote-Pflanze), von den Indianern bezeichnenderweise bei religiösen Festen verwandt. Es gelingt damit, Persönlichkeits- bzw. Ichspaltungen und entsprechende Erweiterungen zu erzeugen. Aussagen von Vp-en:

Es ist nicht das Gefühl, als wäre ich das und das, sondern ich war im Augenblick alles, ich war Wand und Decke.

Soeben war ich eine Apfelsine.

Ich sah ihn, ich fühlte ihn; Professor Nissl war ich; ich saß so gut drinnen wie draußen, es war alles ganz einerlei!

Dazu kommt die veränderte, symbolische Auffassung der Umwelt:

Eine Geste, eine Haltung kam mir ungemein bedeutsam vor, schien auf seelische Hintergründe hinzuweisen, die ich allerdings nicht genau fassen konnte. Am auffälligsten erlebte ich dieses gesteigerte Bedeutungsbewußtsein, als einmal vor meinen Augen die Schranken eines Bahnüberganges langsam in die Höhe gingen: geradezu gebannt starrte ich diesen Vorgang an, und einen Augenblick hatte ich das Gefühl, als ob da der Vorhang vor einem Weltgeheimnis in die Höhe ginge.

II. Versuche zur posthypnotischen Amnesie.

Dem Schlaf verwandt sind die Zustände der Hypnose, die als ein künstlich herbeigeführter Schlafzustand bezeichnet werden kann und sich von dem natürlichen Schlaf hauptsächlich durch die Abhängigkeit der Vp vom Hypnotiseur unterscheidet. Diese Abhängigkeit kann verschiedene Grade erreichen, die selbst wieder durch die Tiefe des hypnotischen Schlafes bedingt sind. Ein charakteristisches Merkmal der tieferen Hypnose ist die Amnesie, d. h. die Erinnerungslosigkeit hinsichtlich aller Eindrücke, die der Hypnotisierte während des Schlafes gehabt hat. Diese Amnesie kann zweierlei Ursachen haben: Entweder haben die betreffenden Erlebnisse keinerlei Spuren hinterlassen, oder es besteht lediglich eine Reproduktionshemmung.

Durch Reproduktionsversuche kann eine Entscheidung bzgl. dieser beiden Möglichkeiten herbeigeführt werden. Man wählt eine Vp, deren Leistungen in der Treffermethode für sinnlose Silben bekannt sind, d. h. die Anzahl von Wiederholungen, die sie annähernd zum positiven Ausfall sämtlicher Treffer benötigt (s. § 11 I und IV). Die Vp wird in tiefen hypnotischen Schlaf versetzt, in dem sie eine oder mehrere Reihen in der angegebenen Weise erlernt. Nach dem Erwachen erhält sie dasselbe Gedächtnismaterial, um abermals die gleiche Leistung zu erzielen. Stellt sich dabei eine merkliche Ersparnis an Wiederholungen gegenüber früheren Erfahrungen bzw. dem Ergebnis in der Hypnose heraus, so ist das Vorhandensein von Gedächtnisspuren erwiesen. — Die Durchführung des Versuches muß einer mit dem Hypnotisieren wohlvertrauten Person vorbehalten bleiben.

Anweisung zum Hypnotisieren: Der Vp wird gesagt: Schauen Sie mich fest an und denken Sie ausschließlich ans Einschlafen. Sie werden gleich eine Schwere in den Augenlidern fühlen, dann eine Müdigkeit in den Augen, Ihre Augen blinzeln schon, sie werden feucht; Sie sehen nicht mehr deutlich, jetzt fallen die Augen zu.

Bei manchen Personen wird diese Versicherung wiederholt, und zwar mit Nachdruck, wenn die erste nicht die gewünschte Wirkung hat. Außerdem kann noch folgende Manipulation vorgenommen werden: Man hält zwei Finger vor die Augen der Vp und läßt sie fixieren oder streift mit beiden Händen mehrmals in der Richtung von oben nach abwärts über die Augen, oder man fordert sie auf, einem fest in die Augen zu schauen, während gleichzeitig alle ihre Gedanken auf die Vorstellung des Einschlafens gerichtet werden in der bereits angeführten Weise. Häufig entscheidet der bloße Befehl: „Schlafen Sie!“, wenn er in gebieterischem Tone erfolgt.

Schon aus dieser Anweisung geht hervor, daß es verschiedene Mittel und Wege gibt, um den hypnotischen Zustand herbeizuführen. Fast jeder Hypnotiseur hat seine besondere Art. Gemeinsam ist allen Verfahrensweisen das Suggestive, der Befehl, sodann die Ablenkung der Vp bzw. die Festlegung ihrer Aufmerksamkeit in einer bestimmten Richtung (das Berühren, Fixierenlassen usw.). Es muß weiter beim Hypnotisieren mit großen persönlichen Unterschieden gerechnet werden: bei der einen Vp gelingt es leicht, tiefen Schlaf zu erzeugen, bei der anderen kommt es nur zu einem Betäubungszustand, bei Kindern und alten Personen versagt die Einwirkung überhaupt. In jedem Falle ist der gute Wille der Vp wesentlich für den Erfolg.

Ist sie in den gewünschten Zustand versetzt und damit abhängig von den Befehlen des Hypnotiseurs, so bedarf es zur Aufrechterhaltung der Hypnose fortgesetzter weiterer Einwirkung im Sinne der ersten. Der Vp wird also gesagt: Sie schlafen ruhig weiter, tief und fest, tun nur, was ich Ihnen sage usw. Es ist eine wesentliche Aufgabe des Hypnotiseurs, die bestehende Verbindung zwischen sich und der Vp aufrecht zu erhalten. Fehlgriffe und Ungeschicklichkeiten können zu Schädigungen der Vp (Krämpfen, Kollaps) führen.

[Vgl. hierzu § 11 I und IV.]

M. Verworn, Schlaf. Handwörterb. d. Naturw. Jena 1913.

Der Artikel berücksichtigt auch Traum und Hypnose.

H. Silberer, Der Traum. Einführung in die Traumpsychologie. Stuttgart 1919.

Einzelbearbeitung im Sinne der Freud'schen Schule. Quellennachweise.

A. Hoche, Das träumende Ich. Jena 1927.

Eine sehr wertvolle Einzelbearbeitung.

S. de Sanctis, Psychologie des Traumes. München 1922.

Einzelbearbeitung mit Übersicht über die Veröffentlichungen.

Fr. Haeker, Systematische Traumbeobachtungen mit besonderer Berücksichtigung der Gedanken. Archiv f. d. ges. Psychol., Bd. 21, 1911.

Die Arbeit ist bahnbrechend; die Traumprotokolle sind ihr entnommen.

E. Trömner, Hypnotismus und Suggestion. Leipzig 1908.

Eine kleine monographische Bearbeitung, zur Einführung geeignet.

H. Bernheim, Die Suggestion und ihre Heilwirkung. Übersetzt von S. Freud, 2. Aufl. Leipzig—Wien 1896.

Einzeldarstellung, der die Anweisung zum Hypnotisieren entnommen ist.

A. Forell, Der Hypnotismus oder die Suggestion und die Psychotherapie. Ihre psychologische, psychophysiologische und medizinische Bedeutung. 6. Aufl. Stuttgart 1911.

W. Hilger, Die Hypnose und die Suggestion. Ihr Wesen, ihre Wirkungsweise und ihre Bedeutung und Stellung unter den Heilmitteln. 2. Aufl. Jena 1925.

E. Claparède et Baade, Recherches expérimentales sur quelques processus psychiques simples dans un cas d'hypnose. Arch. de Psychologie (Th. Flournoy et E. Claparède), Tome 8, 1909.

In dieser Arbeit ist der Versuch über posthypnotische Amnesie beschrieben.

E. Kraepelin, Einführung in die psychiatrische Klinik. Leipzig 1916.

Ein Lehrbuch, das auch dem Nichtmediziner als Einführung dienen kann.

K. Jaspers, Allgemeine Psychopathologie. Ein Leitfaden für Studierende, Ärzte und Psychologen. 2. Aufl. Berlin 1920.

Dieses ausgezeichnete Buch setzt gewisse Vorkenntnisse voraus.

H. Gruhle, Psychiatrie für Ärzte. Berlin 1918.

Anschauliche Schilderung der Krankheitsbilder, die besonders dem Nichtfachmann als Einführung dienen kann, mit Übersicht und Einteilung.

H. Gruhle, Psychologie des Abnormen. München 1922.

Systematische Behandlung des Stoffes. Zusammenstellung der Quellen.

O. Bumke, Handbuch der Geisteskrankheiten. Berlin 1928.

Ein umfassendes Sammelwerk, von zahlreichen Verfassern bearbeitet.

M. Lewandowsky, Praktische Neurologie für Ärzte. 3. Aufl. Herausgeg. von R. Hirschfeld. Berlin 1919.

Ergänzung der psychiatrischen Werke: Es behandelt die krankhaften Erscheinungen im Bereich der einfachen Bewußtseinsvorgänge.

A. Gregor, Leitfaden der experimentellen Psychopathologie. Berlin 1910.

Gibt einen Überblick über die Anwendung experimentell-psychologischer Methoden auf krankhafte Erscheinungen.

H. Liepmann, Über Ideenflucht. Begriffsbestimmung und psychologische Analyse. Samml. zwangl. Abhandl. a. d. Gebiete d. Nerven- u. Geisteskrankh., Bd. 5, 1904.

Eine maßgebende Arbeit, aus der ein Beispiel für Ideenflucht genommen ist.

O. Lipmann, Handbuch psychologischer Hilfsmittel der psychiatrischen Diagnostik. Leipzig 1922.

Das Buch wird hier erwähnt, weil es nicht nur für den Arzt, sondern auch für den Psychologen von Wert ist.

K. Birnbaum, Handwörterbuch der medizinischen Psychologie. Leipzig 1930.

K. Birnbaum, Psychopathologische Dokumente. Berlin 1920.

Eine Materialsammlung, die nicht nur dem Arzte, sondern auch dem Psychologen wertvolle Einsichten vermittelt.

Namenverzeichnis.

Abderhalden, E. 24.
 Ach. N. 170, 192, 224.
 v. Allesch, G. J. 205.
 Anschütz, G. 24.
 Aristoteles 125.
 d'Arsonval 161.
 Asher 94
 v. Aster, E. 25.
 Auerbach, F. 77, 121.

 Baade, W. 25, 231.
 Becher, E. 3, 25, 133, 205.
 Behn, S. 205.
 Benussi, V. 145.
 Berger, H. 205.
 Bergmann, H. 24.
 Bernheim, E. 25.
 Bernheim, H. 231.
 Bernstein, A. 187, 192.
 Betz, W. 225.
 Bickel, H. 205.
 Binet, A. 152.
 Binswanger, L. 2.
 Birnbaum, K. 231.
 Blumenfeld, W. 2.
 Bobertag 152, 192.
 Bostroem, A. 224.
 Braun, L. 205.
 Braunshausen, N. 191.
 Brentano, Fr. 28, 94.
 Brodhun, E. 90.
 Brunswig, A. 170.
 Bühler, K. 23, 28, 49, 104,
 133, 145, 169, 192.
 Brühl, N. 62.
 Bumke, O. 224, 231.

 Catell, R. B. 225.
 Claparède, E. 94, 231.
 Cohn, G. 69.
 Cohn, J. 205.
 Corti 70.

 Delboeuf 121.
 Deuchler, G. 225.
 Dingler, H. 49.
 Dodge, R. 49, 104.
 Dürr, E. 169.

Ebbinghaus, H. 23, 134.
 Edison, Th. 91.
 Eliasberg, W. 170.
 Emmert 119.
 Eng, H. 206.
 Engel, R. 205.
 Erdmann, B. 104, 169, 191.
 Ewald, J. R. 134.
 Exner, S. 207.

 Fechner, G. Th. 35, 37, 49,
 181.
 Flournoy, Th. 231.
 Forcher, H. 25.
 Forell, A. 231.
 Fourier 69.
 Freud, S. 230f.
 v. Frey, M. 62, 69.
 Frischeisen-Köhler, M. 24.
 Fröbes, J. 23.

 Gallinger, A. 192.
 Galton 37f.
 Gatti, A. 49.
 Gauß 35.
 Geiger, M. 205.
 Geißler, 130, 207f.
 Gelb, A. 104.
 Geyser, J. 3, 23.
 Giese, Fr. 225 und Vorwort
 Girgensohn, K. 205.
 Graßmann 82.
 Gregor, A. 231.
 Gröhle, H. 231.
 Grünbaum, A. A., 169f.

 Hacker, Fr. 230.
 Hartwig 111, 133.
 Hefner-Alteneck 90.
 Heigl, O. 104.
 v. Helmholtz, H. 77, 79, 84,
 94, 133.
 Henning, H. 68.
 Henri, V. 62.
 Hering, E. 80, 88, 94, 104,
 133.
 Herrmann, J. 68.
 v. Heß, C. 94, 133.
 Heymans, G. 121.
 Hilger, W. 231.

Hipp 161, 210.
 Hirschfeld, R. 231.
 Hoche, A. 230.
 Hoffmann, J. 104.
 Hofmann, Fr. Br. 133.
 Hönigswald, R. 145, 169.
 Huber, K. 77.
 Huth, A. 225.

 Ipsen, G. 104, 134.
 Isserlin, M. 224.

 Jaensch, E. R. 77, 94, 104,
 112, 133, 192.
 Jaspers, K. 231.
 Judd 121.

 Kafka, G. 94, 206.
 Katona, G. 49.
 Katz, D. 62, 104, 134.
 Kern, B. 225.
 Klages, L. 206.
 Klemm, O. 23, 68, 134.
 Köhler, W. 29, 49, 77, 118,
 133f.
 Koffka, K. 29, 134, 145, 192.
 König, A. 94.
 Kowalewski, A. 205.
 Kraepelin, E. 162, 214, 225,
 231.
 Krause 52.
 Kretschmer, E. 205.
 v. Kries, J. 62, 80, 94.
 Kroh, O. 192.
 Krüger, F. 205.
 Kühle, E. 192.
 Küpfe, O. 2, 24, 169, 205.
 Küppers, E. 205.

 Landolt 115.
 Lazarsfeld, P. 25.
 Lehmann, A. 24, 205.
 Lehmann, H. 134.
 Leschke, E. 205.
 Lewandowsky, M. 231.
 Lewin, K. 205, 225.
 Liebenthal, E. 94.
 Liepmann, H. 231.
 Lindow, M. 225.

Lindworsky 2, 23, 169f., 192., 224.

Linke, P. 104, 134.

Lipmann, O. 24, 25, 131, 172, 176, 183, 231.

Lipps, G. F. 49.

Lipps, Th. 29, 121, 224.

Ludwig 135.

Lumner 90.

Mach, E. 133.

Mager, A. 161, 169.

Marbe, K. 94, 134, 192.

Marey 16, 199, 201f.

Masselon 150, 176.

Matthaei, R. 134.

Maxwell 81.

Meißner, 52.

Meißner, O. 25.

Messer, A. 2, 23, 28, 29, 104, 169.

Maier, H. 170.

Meumann, E. 191f., 224f.

Michaelis, L. 25.

Michotte, A. 224.

Müller, G. E. 24, 49, 94, 191f.

Müller, Joh. 50, 62.

Müller-Freienfels, R. 28, 192.

Müller-Lyer 7f., 120ff., 134.

Münsterberg, H. 24, 224.

Myers, R. G. 69.

Nadoleczny, M. 205.

Nagel, W. 62, 69, 88, 94, 133.

Necker 114.

Nernst, W. 91, 93.

Oertly, E. 69.

Oeser, V. 104.

Offner, M. 191.

Ostwald, W. 94.

Passarge, E. 192.

Parr, T. 205.

Pauli, R. 2, 24, 49, 62, 94, 134, 145, 169, 192, 225.

Petermann, Br. 29.

Peters, W. 169, 205, 224.

Pfänder, A. 224.

Phalén, A. 2.

Pilzecker, A. 192.

Prüm 224.

Purkinje 88, 93f.

Pütter, A. 62.

Ranschburg, P. 181.

Rein, H. 62.

Reuther, F. 192.

Révész, G. 77, 134.

Ritchie 90.

Roffenstein, G. 29.

Rorschach 177.

Rubin, E. 133.

de Sanctis, S. 230.

Sander, Fr. 134.

Saupe, E. 28.

Scheler, M. 24.

Segal, J. 192.

Selz, O. 170.

Schjelderup, H. K. 94.

Schmitz, E. 77.

Schott, S. 25.

Schriever, H. 62.

Schulze, R. 225.

Schumann, Fr. 134, 191.

Schwarz, H. 224.

Schwartz, P. 134.

Sigmar, J. 191.

Silberer, H. 230.

Simon 152.

v. Skramlik, E. 69.

Spiro, P. 94, 134.

Stern, E. 169.

Stern, W. 72, 152, 169, 225.

Sternberg, W. 77.

Störing, E. 203, 206.

Störing, G. 205.

Straßburger 202.

Straub, M. 133.

Straub, W. 77.

Stumpf, C. 28, 77, 94, 133, 205.

Talbot 91.

Tegen, E. 224.

Thorndike, G. L. 192.

Thorner, H. 104.

Thumb, A. 192.

Tigerstedt, R. 24.

Titchener, E. B. 23, 68, 205.

Trendelenburg, W. 77.

Trömmner, E. 230.

Tscherniak, A. 94.

Turmakin, A. 24.

Verworn, M. 230.

Waetzmann, E. 77.

Wagner 54.

Wartenberg, K. 69.

Watt, H. 170.

Weber, E. H. 35f., 39, 49, 74, 85, 181.

Weber, E. 205.

Wentscher, E. 224.

Wenzl, A. 49, 170.

Werner, H. 49.

Wertheimer, M. 29, 134.

Wiegmann, O. 169.

Willwoll, A. 170.

Wingender, P. 134.

Winkelmann, A. 77.

Wirth, W. 49, 169, 224.

Witasek, St. 23, 133.

Wreschner, A. 191f.

Wundt, W. 2, 29, 121, 192, 224.

Young 79.

Yule 222.

Ziegler, Th. 205.

Ziehen, Th. 29, 224.

Zimmermann 135.

Zwaardemaker, H. 68.

Stichwortverzeichnis.

- Ablenkbarkeit 163.
 Abhängigkeitsprinzip 2.
 Abschreiben als Lernform 180.
 Abstraktion 95, **148**. Abstraktionsversuche 163 f.
 Abstufungsmethoden, psychophysische 30 f.
 Abstumpfung bei Druckempfindungen 56.
 Abszissenachse 18 f.
 Abweichung, mittlere quadratische 19, untere beim Weber'schen Gesetz 36.
 Adaptation 10, bei Sinnespunkten 54 f., beim Geruchssinn 64, beim Lichtsinn 80, 88, 93.
 Adäquatheit von Reizen 50.
 Addieren, fortlaufendes 168, **214 f.**, 217 f.
 Additionen, ihre Schwierigkeit 219 f.
 Affekt 193.
 Ähnlichkeitsassoziation 26, 171.
 Ähnlichkeitsbeziehungen von Empfindungen 63, 69, 71, 77 f.
 Akkommodation 106, 163.
 Akkord (Dur, Moll) 77.
 Akt 26 f., 148. Aktpsychologie 26 f.
 Aktionsstrom der Netzhaut 92.
 Aktualität als Gefühlskriterium 193.
 Alkoholversuche 218 f.
 Alternativkorrelation 222.
 Ampullarsinn 53. Ampulle 53.
 Amylacetatlampe 90.
 Amnesie, posthypnotische 229 f.
 Analogietest 150.
 Analyse, Fourier'sche 69, psychologische 25, 49.
 Anomalie des Farbensehens 87 f.
 Anstieg der Lichtempfindung 89.
 Anziehung bei Druckempfindungen 56.
 Apperzeption 26 f., 148. Apperzeptionspsychologie 26 f.
 Äquivalent, assoziatives 207.
 Arbeit, geistige, körperliche 182, **206 f.**, 213.
 Arbeitskurve 214 f.
 Arbeitsversuche 10, 21 f., 213 f.
 Aristoteles, Versuch des 125 f., seine Umkehrung 126, 128.
 Armvolumen als Ausdruckssymptom 194.
 Assimilation von Sehsubstanzen 80, 86.
 Assoziation 26, 171. Assoziationen, gebundene 165 f., 203 f., mit Unter-, Über-, Nebenordnung 165 f.
 Assoziationsgesetze 26, 171. -psychologie 26 f., 148, 207. -theorie des Wellens 207. -versuche 10, 21, 175, 187 f., 203. -zeit 16, 165, 188 f.
 Ästhesiometer 55 f.
 Ästhetik, experimentelle 193.
 Atmung als Ausdruckssymptom 16, 194, **199 f.**
 Atmungstiefe 194, -länge 194.
 Atomtheorie, psychologische 27.
 Auffassungsfähigkeit, ihre Grenzen 11, 153 f., 155 f., 161 f.
 Auffassungsversuche, gesicherte, nicht-gesicherte 21.
 Aufgabe bei dem psychologischen Versuch 8, 10, 21, 114 f., psychophysische 29 f.
 Aufhebung von Farben 81, von Gerüchen 65, von Geschmacksempfindungen 65.
 Auflösungsvermögen, optisches 105, **114 f.**
 Aufmerksamkeit 26, 130, 147 f., 165, 177, 226, ihre Richtung beim Versuch 9, ihre Wanderung 148.
 Aufrechtsehen 105.
 Augenabstand, natürlicher 112, künstlicher bei der Stereoskopie 112.
 Augenbewegungen 62, 106, 121, beim Lesen 99 f.
 Augenmaß, seine Prüfung 48.
 Ausbreitung von Nervenenerregungen 58, 95.
 Ausdruck beim Versuch 8.
 Ausdrucksbeobachtung 3 f.
 Ausdrucksbewegungen 15 f., **194**, 199, -methoden 10, 16, 21, 194, 199, -symptome 14 f., **194**.
 Ausgeprägtheit bei Lichteindrücken 97 f.
 Ausgleichung, graphische 19.
 Aussehen von Lichtmischungen 81 f.
 Äußerungen von Vp-en, unwillkürliche, willkürliche 14, 199 f., ihre Festlegung 16.
 Äußerungsversuche 21 f.
 Auswertung von Versuchsergebnissen 8, 16 f., quantitative 21 f.
 Auswahl, Methode der 175, 193, 207.
 Automatisierung 162.
 Basilmembran 70.
 Bedeutung bei der Wahrnehmung 95.
 Bedeutungsfunktion von Worten 168.
 Begabungsprüfung 153.

- Begriff (logisch, psychologisch) 148 f.
 Begriffsbildung 167 f.
 Beleuchtung bei der Farbwahrnehmung 96, 99.
 Benzol- Naphthalinreihe beim Geruchssinn 63.
 Beobachtung, psychologische 2 f., ihre Formen 4, experimentell-psychologische 5 f.
 Beobachtungsabsicht 4, 14.
 Beruhigung als Gefühlsqualität 193.
 Berührungsassoziation 26, 171.
 Beschaffenheitsversuch 13 f.
 Beschreibung, psychologische 11 f., 149.
 Beschreibungsversuch 21 f.
 Bewegung des Körpers und Kopfes 62, Empfindungen davon 49, 62, scheinbare, wirkliche 129.
 Bewegungen, mimische, pantomimische 16, 194, willkürliche 14 f., 194.
 Bewegungskontrast 121, -nachbild, negatives 131, -sehen 106, -täuschung 126 f., -unterbrechung, unterschwellige 131 f., -wahrnehmung auf optischem Gebiete 126 f.
 Bewußtheit 27, 167.
 Bewußtsein (begrifflich) 1, Enge des 147 f., 155 f., Umfang des 147, 153, von einem Gegenstand 95, Wach- und Traumbewußtsein 226.
 Bewußtseinsgrad 147, -lage 8, -trübung 228, -vorgänge 1 f., ihre Einteilung und Arten 25 f., -zustand beim psychologischen Versuch 9 f., 22.
 Beziehungserfassung 148, 152.
 Bilderklärung (Test) 151.
 Bilderreihen, Methode der 177.
 Bitterempfindung 25, 64, ihre Erregungsbedingungen 64, 67.
 Blau als Empfindung 78 f., farben-theoretisch 79 f., bei Mischungen 81 f., Kontrastfarbe dazu 83, Nachbild davon 85 f., bei schwacher Helligkeit 88, 93.
 Blickwanderung 106.
 Blumig als Geruchsqualität 63 f.
 Blutdruck als Ausdruckserscheinung 194.
 Bogengänge 52 f., Bogengangsflüssigkeit 62, Bourdon'sche Täuschung 127.
 Brenzlich als Geruchsqualität 63 f.
 Buchstaben, ihre Erkennbarkeit, ihre Erkennungszeit 101.
 Bündeltheorie 27.
 Carotispuls, seine Registrierung 202.
 Chloroformversuche 67.
 Chronograph 203.
 Chronoskop nach d'Arsonval 161, nach Hipp 161, 210.
 Corti'sches Organ 70.
 Dämmerungsssehen 80, 88 f., 93.
 Darbietung, eben zu rasche 193, kurz-dauernde (tachistoskopische) 22, 100, 153, ihre Formen bei Gedächtnisversuchen 180.
 Darbietungszeit bei Leseversuchen 100.
 Darstellung, graphische 18 f.
 Darstellungsversuch 13, 15.
 Dauer als Empfindungsmerkmal 49.
 Deckpunkte 107, 109 f.
 Definitionstest 150 f.
 Delirium tremens 228.
 Denken 26 f., 148 f., Denkpsychologie 148 f.
 Deutung des Weber'schen Gesetzes 36.
 Determinationspsychologie 26.
 Dezime (Intervall) 76.
 Dichtigkeitsmittel 19 f.
 Differenzton 73.
 Diktatschreiben als Lernform 180.
 Disparation von Netzhautpunkten 108 f.
 Disposition der Vp 84 f., 177, 194.
 Dispositionsversuch 21 f.
 Dissimilation von Substanzen 80, 86.
 Dissonanz 69, 75 f.
 Divergenzeindruck 47.
 Dominanz von Buchstaben 101.
 Doppelbilder, gekreuzte, ungekreuzte 84, 108 f.
 Doppelleistung 155 f., 161 f.
 Doppelolfaktometer 65.
 Doppelverant 113.
 Drehmoment der Schwere beim Kraftsinn 61.
 Drehungsempfindung 62.
 Dreifarben-theorie 79 f., 93 f.
 Dreiklang 73, 77.
 Drei-Schalenversuch 55.
 Dressurversuche 92.
 Druckempfindung 52 f.
 Druckfehler bei Leseversuchen 101 f., 160.
 Druckpunkt 39, 54.
 Druckreize 54, 56, Einwirkung zweier aufeinander 56.
 Drucksinn 60 f., seine Unterschiedsempfindlichkeit 38 f.
 Druckwage 16.
 Dunkeladaptation 80, 93.
 Duodezime (Intervall) 76.
 Duplizitätstheorie 80, 87 f.
 Durchschneidung von Nervenbahnen 12.
 Durchstreichungsversuch 218, 224.
 Durdreiklang 77.
 Dynamometer 213, 215.
 Ebenmerklichkeit 29 f.
 Ekelerlebnis 198 f.
 Eidetik 86, 119, 171.
 Eignungsprüfung 153.
 Eindimensionalität der Schwarz-Weißreihe 77 f., 97.

- Eindruck, ästhetischer, seine Entstehungsdauer 193, 198.
 Eindrucksmethoden 193f.
 Einfachsehen 105, 109.
 Einfühlung 28.
 Einmaligkeit als psychologisches Prinzip 1.
 Einteilung der Bewußtseinsvorgänge 25.
 — des Lernstoffes 180, 183.
 Einwirkung von Druckreizen aufeinander. 56f., von Lichtreizen 83f.
 Elektrode, differente, indifferente 54f.
 Elemente, psychische 26f.
 Empfindlichkeit 29.
 Empfindung (begrifflich) 25f., 49f., kinästhetische 52, 62, zentral erregte 194.
 Empfindungsintensität 50, -komplexe 194, -kreise 109, 111, -merkmale 25, 50, 194, -psychologie 49f., -stärke und Gefühlston 194f., -qualität 50.
 Empirismus 106.
 Endkolben, Krause'sche 52.
 Enge des Bewußtseins 147f., Versuche dazu 155f., Anordnung dafür 157f.
 Entfernungseindruck 49.
 Entfernungsmessung, stereoskopische 112.
 Entschluß 206.
 Entwicklung, onto- und phylogenetische 1.
 Episkotister 91, 98.
 Erfahrungsmotive der Größenauffassung 119, des Tiefensehens 113f.
 Ergänzungsfrage 14, -test 150, -versuche 190.
 Ergograph 206, **213**, 215f.
 Erholung 214.
 Erinnerung von Gefühlen 203f.
 Erinnerungsbild als psychologischer Begriff 25f., 170, sein Gefühlston 203f., -gewißheit 149, 170, -verklärung 205.
 Erkennbarkeit von Buchstaben 101, von Worten 101.
 Erkennungsreaktion 210f.
 Erkundungsfrage 14.
 Erlebnis 1, anschauliches, unanschauliches 149, seine Beschreibung 13, 149, 168, -beobachtung 3.
 Erlernen, seine Bedingungen 177f.
 Erlernungsmethoden 173f.
 Ermüdung 170, ihr Nachweis 214.
 Erregung als Gefühlsqualität 193, isolierte von Sinnesorganen 49.
 Erregungskurven nach Helmholtz 79, nach Hering 80, -verteilung beim Druck-sinn 58f.
 Erscheinung als psychologischer Begriff 26f.
 Erscheinungsweisen der Farben 79, 95f.
 Erschöpfung 213f.
 Ersparnisverfahren 173, 181f.
 Erwartung 130, 147.
 Experiment (allgemein) 5, psychologisches 5f., äußeres, inneres 7, seine Grenzen 11, 13, unvollständiges, vollständiges 6.
 Expiration, ihr Verhältnis zur Inspiration 203.
 Fallversuch 113.
 Farbanpassung bei Tieren 92, -beständigkeit 96.
 Farben (allgemein) 77f., gespiegelte 96, ihre Erscheinungsweisen 96, ihre Wohlfälligkeit 197.
 Farbenblindheit, ganze, teilweise 87f., 93, periphere 87, -dreieck 81f., -kontrast 83, abnormer 88, -kreisel 80, -mischapparate 80f., -mischung 80f., binokulare 112, -oktaeder 78, -schwelle 47, -sehen, peripheres 86f., -sinn von Tieren 92f., -substanzen 80, -theorie von Helmholtz 79, von Hering 80, -unterscheidungsvermögen 87., -viereck 78, 81.
 Faulig als Geruchsqualität 63f.
 Fechner'sches Gesetz 35.
 Fehler (Ungenauigkeit) bei Schwellenbestimmungen 34f., logische bei Denkversuchen 165.
 Fehlergesetz von Gauß 35.
 Fehlreaktion 210.
 Feinheit des optischen Raumsinnes 114.
 Figuren für Wiedererkennungsversuche 174.
 Fixation bei tachistoskopischer Darbietung 100, 163.
 Fixationsebene 109, -punkt und scheinbare Bewegung 130, und Zeitschwelle 142.
 Flächenfarben 95f., 113, durchsichtige 96.
 Flimmern 91.
 Florkontrast 83.
 Folgeerscheinung, reaktive bei Gefühlen 194.
 Formeln (allgemein) 21, psychophysische 31f., zur Korrelationsrechnung 220f.
 Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Luftwellen 71.
 Fourier'sche Analyse 69.
 Fragebogen 150, 198f.
 Fragen des VI-s bei Selbstbeobachtung 14, 149, 218.
 Fremdbeobachtung 4f.
 Fruchtig als Geruchsqualität 63f.
 Funktion, psychische 26f.
 Funktionsformel in der Gefühlspsychologie 194, -psychologie 26f., 148.
 Fütterungsmethode 92.
 Galtonpfeife 37f.
 Ganzheit, Ganzheitspsychologie 28.
 Gauß'sches Fehlergesetz 35.
 Gedächtnis (begrifflich) 170f., bei der Hypnose 229, logisches, mechanisches 171, 188f.

Gedächtnisapparat 135, **176**, -elemente bei der Wahrnehmung 95, von Worten 100f., -farbe 96f., ihr Nachweis 99, -größe 97, **119**, -material 172f., -methoden 10, 21, **172**, -spanne, Methode der 173, 182, -spuren 170f., -täuschung 183f.
 Gedanke 27.
 Gedankenpaare, Versuche damit 188f.
 Gefühl 26f., 192 und Empfindungsstärke 194f.
 Gefühlserinnerung 203f., -theorien 194, 198, -untersuchung, Methoden der 193f.
 Gegenfarben 80.
 Gehörsempfindungen 69f.
 Geläufigkeit von Assoziationen 187f., von Worten 100f.
 Gelb als Qualität 25, **78**, farben-theoretisch 79f., seine Kontrastfarbe 83, seine Mischungen 81, sein Nachbild 85f.
 Gelbblaublindheit 87, -substanz 80.
 Gelenkempfindungen 51.
 Gemütsbewegungen 193, 199f.
 Genauigkeit der Beobachtung 5.
 Genauigkeitsprüfung des Augenmaßes 48.
 Geometrisch-optische Täuschungen 120f.
 Geräuschempfindung 69, 75.
 Geruch, laugiger 66f., und Geschmack, ihre Trennung 66.
 Gerüche, ihre Einteilung 63f.
 Geruchsadaptation 64, -kompensation 65, -prisma 76, -sinn 63f.
 Geschichtswissenschaft 17.
 Geschicklichkeitsprüfung 212f.
 Geschmacksempfindung 63f., ihr Gefühlston 194f., -gleichungen 67f., -kompensation 65, -kontrast 67, -sinn 63f., -tetraeder 63.
 Gesetz von den identischen Sehrichtungen 107, von den spezifischen Sinnesenergien **50**, 54, 67, von Emmert 119, von Graßmann 82, von Talbot 91, von Weber 35f., von Weber-Fechner 36f.
 Geschwindigkeit, kritische 91, der Aufmerksamkeitswanderung 148, 160f.
 Gesamtgestalt bei Wörtern 99f.
 Gesichtsfeld 86, 108f.
 Gestalt (begrifflich) 27, 118.
 Gestaltauffassung (-wahrnehmung) 26, 47, 49, 95, **118**, beim Lesen 99f., beim Zeitsinn 134, 142f., -psychologie 27.
 Gewichtsvergleichungen, aktive, passive 60f.
 Gewöhnung (allgemein) 12, 170, 214, an Störung 162.
 Gitterspektrum 93.
 Glanz 96, stereoskopischer 112.
 Gleichungen bei Geschmacksreizen 67, bei Lichtreizen 81f.

Gleichzeitigkeitsassoziation 26, 171.
 Glühen als Farb-wahrnehmung 96.
 Gradheitseindruck 47.
 Graphologie 15f.
 Graßmann'sches Gesetz 82.
 Grau 77, bei Mischungen 81, mittleres 30, 45, 48.
 Grenzen des psychologischen Experimentes 11, 13.
 Grenzverfahren, absteigendes, aufsteigendes **30**, 37f., 74.
 Größen-wahrnehmung 49, 118f.
 Grün als Empfindung 25, **78f.**, farben-theoretisch 79, seine Kontrastfarbe 83, sein Nachbild 85f.
 Grundqualitäten des Gehörsinnes 69f., des Geruchsinnes 63, des Geschmacksinnes 63f., des Lichtsinnes 78.
 Grundschiwingung 69.
 Grundton 71.
 Grundversuche, psychologische 21.
 Gruppenbildung beim Praktikum 23f.

Haarzellen 52.
 Halbwissentlichkeit des Verfahrens 10.
 Harmonik, musikalische 77.
 Harzig als Geruchsqualität 63f.
 Hauptaufgabe 219, -periode 149, -qualitäten 63f., -versuche 9, 39, 156, 210.
 Hautempfindungen 49ff., -nerven, ihre elektrische Reizung 54.
 Hefner-Altenack-Lampe 90.
 Helladaptation 80, 93.
 Helligkeit als Empfindungsmerkmal 78f.
 Helligkeitskontrast 83, -maximum im Spektrum 93, -reihe 77f., -schieber 44, -verteilung im Spektrum 93.
 Helmholtz'sche Farbentheorie 79.
 Hemmung im Zentralnervensystem 147.
 Ranschburg'sche 181, rückwirkende 182.
 Hemmungsverfahren 206.
 Herbeiführung beim Experiment 5.
 Hering'sche Farbentheorie 80, 85f.
 Herstellungsverfahren in der Psychophysik **30**, 44, bei der Gefühlsuntersuchung 193.
 Herzbewegung als Ausdruckssymptom 16, ihre Aufzeichnung 199f.
 Hilfsmittel des psychologischen Versuches 5f.
 Hilfen, Methode der **173**, 182.
 Höhendispersion 111.
 Horopter 109.
 Hörschwelle, obere 37, untere 29.
 Hypnose 10, 21f., **229**, die Müller-Lyer'sche Täuschung dabei 124, Anweisung zum Hypnotisieren 230.

Ichbewußtsein 26 f., bei Willenserlebnissen 206, im Traum 226 f., -bezogenheit der Gefühle 193, -fremdheit 49, 95, -spaltung 229.

Idealgebiete der psychophysischen Urteile 32 f.

Ideenflucht 228.

Inadäquatheit von Reizen 50.

Individualität 1 f., 10, beim Gedächtnis 180, 182.

Induktorium 54 f., 130.

Inhalt als psychologischer Begriff 26 f., anschaulich, unanschaulich 27, fundiert, nicht-fundiert 26 f.

Inspiration, ihr Verhältnis zur Expiration 203.

Instruktion beim psychologischen Versuch 8, 10, negative 11.

Intelligenz (begrifflich) 152.

Intelligenzalter 153, -prüfung 152 f., -quotient 153.

Interferenz bei Luftschwingungen 70.

Interferenzröhren 70 f.

Intervalle, musikalische 76, ihre Umkehrung 77.

Intensität als Empfindungsmerkmal 49 f.

Interpretation von Versuchsprotokollen 17.

Isolation beim Experiment 6.

Juckempfindung 54.

Kaffee, Versuche damit 218.

Kaltempfindung 52, paradoxe 54, -punkt 53 f.

Kammerton 76.

Kartenwechsler 210.

Kausalversuch 13, 15.

Kernebene 109.

Kinästhetische Empfindungen 51, 62.

Kinematographie 132, beim Versuch 16.

Klang 69, seine Zerlegung 72.

Klangfarbe 69 f.

Klarheit, Klarheitsgrad 95, 147 f.

Klassifikation der Bewußtseinsvorgänge 25 f.

Koeffizient, Yule'scher 222.

Kollektivgegenstand 17, -maßlehre 17.

Kombinationsmethode 177, 190 f.

Kompensation von Farben 81, von Gerüchen 65.

Komplementärfarben 81.

Komplexqualität 28.

Konsonanz 69, 75 f.

Konstanz der Lokalisation 106.

Konstanzverfahren 31, 38 f., 137 f., 153, 194 f.

Konstitution, chemische von Geruchs- und Geschmacksreizen 63 f., 66.

Kontrast bei Bewegungen 121, bei Geschmacksempfindungen 67, bei Lichtempfindungen 83 f.

Kontrastapparat von Ragoni Scina 83, -erscheinung bei anormalem Farbsehen 88, -farbe, ihre quantitative Bestimmung 84, -theorie, physiologische, psychologische 84 f., -versuche 83 f.

Konvergenz- und Größenwahrnehmung 119.

Konvergenzbewegungen 106, -stellung der Augen, asymmetrische, symmetrische 108.

Konzentration von Geschmacksstoffen 64, 66.

Koordinaten 19.

Kopfrechnen als Arbeit 218.

Körperlage, ihre Wahrnehmung 62.

Körperlichsehen 105.

Korrelation, schwache, starke, vollkommene, vollkommen umgekehrte 222, Beispiele 222 f.

Korrelationsformel 220 f., -koeffizient 221, -rechnung 21, 220 f.

Korrespondenz von Netzhautstellen 107, 109.

Kraftsinn 60 f.

Krause'sche Endkolben 52.

Kriterien der Gefühle 192 f.

Kritik, äußere, innere bei Versuchsprotokollen 17.

Krümmungseindruck 47.

Kundgabe von Erlebnissen 15.

Kurve (methodisch) 18, logarithmische 37.

Kymographion, einfaches 201, von Ludwig Zimmermann 135 f.

Labyrinth 52 f.

Lageempfindungen des Körpers 49 f., 62.

Landolt'sche Ringe 115 f.

Laufgewicht bei Stimmgabeln 74.

Lebensprinzip 1 f., -psychologie 28, -rad 132, -vorgänge, objektive, subjektive 1 f.

Lehrbücher, psychologische 23.

Leistungsdauer, ihre Messung 219.

Lernen akustisches, optisches, lautes, leises 177 f., rezitierendes 174.

Lerngeschwindigkeit 177, -methoden 172, -stoff bei Gedächtnisversuchen 172 f., 178, 180.

Lesen (allgemein) 99, an der Erkennbarkeitsgrenze von Buchstaben 101, bei kurzdauernder Darbietung 101, lautes, leises, zuhörendes bei Gedächtnisversuchen 178 f., von Druckfehlern 101, von fremd- und muttersprachlichen Wörtern 100 f.

Leserversuche 99 f., -zeiten 101.

Leuchten als Farbwahrnehmung 96.

Licht, homogenes 81, und Schattenverteilung beim Tiefsehen 113.

Lichtempfindung 77 f., System der 77 f., 97, -mischung 80 f.

Linienchwelle 57.

- Linsenstereoskop 111.
 Logarithmische Kurve 37.
 Lokalisation von Gesichtseindrücken 106f., ihre Konstanz 106.
 Lokalisierbarkeit von Farben 96f.
 Lösung als Gefühlsqualität 193.
 Lösungsversuche, psychologische 21, einfache, zusammengesetzte 21.
 Lotwahrnehmung 62.
 Lückentest 151, **191**.
 Lustals Gefühlsqualität 193, beim Wollen 206
Marey'sche Trommel 16, 199f. **201**.
 Masselon-Probe 150, 176.
 Massenversuche 47, 138, 182, 188, 190, 203f., 214, 218, 223.
 Maßkorrelation 222.
 Maxwell'sche Scheiben 81.
 Mehrklang 69, 73.
 Meißner'sche Tastkörperchen 52, Meißner'scher Versuch 55.
 Melodie 135.
 Mengenschätzung 153f.
 Merkfähigkeit 173.
 Merkmale der Empfindung 25, 50.
 Meskalin, Meskalinversuche 229.
 Methode der Aktionsströme 92, der Auswahl 175, 193, 207, der behaltenen Glieder 174, 180, 184, der bestmöglichen Wiedererkennung 175, der Bilderreihen 177, der eben zu raschen Darbietung 193, der Farbanpassung 92, der Gedächtnisspanne 173, 182f., der Hilfen 173, 182f., der identischen Reihen 174, der paarweisen Vergleichung 193, 198f., der Reizfindung **31**, 172, der richtigen und falschen Fälle 39, der systematischen experimentellen Selbstbeobachtung 19, **149f.**, 165f., der Urteilsfindung **31**, 172, der Vexierreihen 174, der Vorstellungsbeschreibung 175, der Wahl 193, 197, der wiedererkannten Glieder 174, der Wortpaare 168f., der zeitlichen Änderung 193, phototaktische 92f., psychophysische 30f., pupillomotorische 92, tachistoskopische 12, 21, 99f., 153.
 Methoden der Gefühlsuntersuchung 193, der Willensforschung 206f., des Behaltens 172, des tierischen Farbensinnes 92, psychophysische 30f., zur Untersuchung der Phantasietätigkeit 176.
 Methodik, allgemeine psychologische 2f., der Gedächtnispsychologie 171f.
 Metronom 213.
 Mimik 16, 194.
 Mischung von Gerüchen 65, von Lichtern 80.
 Mittel, arithmetisches 19, -Zweckzusammenhang bei gebundenen Assoziationen 167.
 Mittelwerte 5, **19**, -zone 20.
 Mittlere Variation (m. V.) 19f.
 Moment, signifikatives 168.
 Modalität der Empfindung 50f.
 Moll-Dreiklang 77.
 Motive des Handelns 206, empirische des Tiefensehens 113.
 Müller-Lyer'sche Täuschung 7, **120f.**, ihre Abarten 122f., 125, beim Tastsinn 126, ihre Theorie 121f., ihr Wesen 124.
 Muskulararbeit 213, -empfindungen 61.
 M. V. (mittlere Variation) 19f.
 M. Z. (Mittelzone) 20.
Nachbarschaft, zeitliche von Vorstellungen 26.
 Nachbild, negatives 85f., primäres positives 85, seine Größe 119, seine Theorie 86.
 Nachbildapparat 85f.
 Nachempfindung 62, 85, 89.
 Nacherleben 28.
 Nachperiode 149.
 Nachsprechen (Test) 151, als Lernform 180.
 Nagels Tafeln zur Untersuchung des Farbenunterscheidungsvermögens 88.
 Narkotika, Versuche damit 218
 Nativismus 106.
 Natronlauge, Versuche damit 66f.
 Nebenaufgabe 219, Nebenleistung 219.
 Nebenreiz bei Drucksinnversuchen 56, Versuche damit 163.
 Necker'scher Würfel 114.
 Nervenendigungen, freie 59, rezeptorische der Muskeln und Sehnen 61.
 Nervenringe 52.
 Netzhautbild 104f., und Größenwahrnehmung 118, -erregung, ihre Nachdauer 85, -grube 109, -punkte, disparate, identische, korrespondierende 109.
 Neuramöbimeter 207f.
 None (Intervall) 76.
 Noniusschärfe 114f.
 Normalreiz 31f., 41, seine Zeitlage 44.
 Nullversuch 11, 39, 153, 164, 184.
 N. vestibularis 53.
 Nystagmus 62.
Oberflächenfarben 96f., 113.
 Oberhaut 52.
 Oberton 70f.
 Oktave 69, 76.
 Oktavenähnlichkeit 70f.
 Olfaktometer 65.
 Ordinatenachse 18f.
 Orange als Farbqualität 78.
 Ordnungsglied bei Gedächtnisversuchen 174.
 Otholithen 53.

Pantomimik 194.
 Papillae circumvallatae, filiformes, foliatae, fungiformes 64.
 Parallelitätseindruck 47.
 Pausen beim Lernen 178, bei der Arbeit 218.
 Perimeter 86 f.
 Perlenreihversuch (Test) 212 f.
 Perspektive beim Tiefensehen 113.
 Pfeife nach Galton 37 f.
 Phantasietätigkeit, Methoden zur Untersuchung 176, -vorstellung 171.
 Pharmakologie und psychologischer Versuch 11, 21, 229.
 Phasen des psychologischen Versuches 7 f.
 Phonograph 16.
 Photographie beim Versuch 16.
 Photometer 47, nach Lummer-Brodhun 90, nach Ritchie 90.
 Photometeranordnung 47, 90, -bank 90, felder, ihre Anordnung 90, -formel 48, 90, -prisma 99.
 Photometrie 47, 89, 198, heterochrome 45 f., 48.
 Physiologie, ihre Betrachtungsweise 51.
 Pneumograph 201.
 Poggendorf'sche Täuschung 127.
 Praktikum, psychologisches 22 f. und Vorwort.
 Prim (Intervall) 76.
 Prinzip des Geschehens 1, des Lebens (des Organischen) 1, der gesetzmäßigen Verknüpfung 2, 4, der Subjektivität 1, 4, der Einmaligkeit 1, der Unmittelbarkeit 1, der schöpferischen Synthese 27, 118.
 Prinzipien der Psychologie 1 f.
 Prisma, gradsichtiges 93.
 Probe, Masselon'sche 150, 176, 190.
 Produktionspsychologie 26 f.
 Projektion, anormale 107, exzentrische 105.
 Projektionsrichtung 107, 109, -theorie 107.
 Proportionsvergleich 30, 45 f., 144.
 Protokoll beim psychologischen Versuch 9, 16 f., 23.
 Prüfungsversuch 21 f., 150.
 Psychologie (allgemein) 1 f., geisteswissenschaftliche 28, ihre Betrachtungsweise von Empfindungen 50, ihre Theorien 25 f.
 Psychophysik 21, 29 f., der Arbeit 206 f.
 Puls 194.
 Pulshöhe 194, -länge 194, -schreibung 202 f.
 Punkte, disparate, identische, korrespondierende 109.
 Punktschwanken 106.
 Pupillenweite 92, 106.
 Pupillophotometrie 92.
 Purkinje'sches Phänomen 88, 93.

Purpur als Empfindung 78, seine Herstellung 81.
 Qualität als Empfindungsmerkmal 50, der Gefühle 193.
 Quart (Intervall) 76.
 Quelleninterpretation 17, -kritik 17.
 Querdispersion 110.
 Quinte (Intervall) 76.
 Rangkorrelation 222.
 Rangordnungskurve 220.
 Ranschburg'sche Hemmung 181.
 Rationalisierung 212.
 Raumanschauung, ihre Grundfragen 104 f., ihre Theorie 106.
 Raumarfarben, durchsichtige, 96, -schwelle 56 f., 114, ihre Theorie 114 f., -sinn, optischer, seine Feinheit 114.
 Reaktionen (allgemein) 10, 21 f., akustische, optische, taktile, bedingte, mit einfacher, mit mehrfacher Zuordnung, muskuläre, sensorielle, 210 f.
 Reaktionsapparat 207 f., -tachistoskop 208 f., -taster 207, -versuch 210 f., -wort 165, 187, 203, -zeit 11, 16, 211, 219.
 Rechenbogen 214, -hefte, Kraepelin'sche 214 f., -test 151.
 Rechtecke, ihre Proportion 45 f., ihre Wohlfälligkeit 197 f.
 Reduktion von Farben 97.
 Reflexphänomen, psychogalvanisches 16, 194.
 Regeln für psychologische Übungsversuche 22 f.
 Regressionslinie 221 f.
 Reihenlänge bei Gedächtnisversuchen 183, -methode 193.
 Reisetonometer 75.
 Reimen (Test) 151.
 Reizabstufung, Methoden der 30 f., -bedingtheit der Empfindung 49 f., -dauer 12, -findung, Methode der 31, 172, -haar 54, -hebelapparat 39 f., 56, 157, -schwelle, unbedingte 29 f., -stärke und Gefühlston 194 f., -stufe 31 f., 42, -unterschiede, gleichwertig erscheinende 30, 44, ihre Berechnung 32, -verhältnisse, gleichwertig erscheinende 30, -wort 165 f., 187 f., 203 f.
 Reize, adäquate inadäquate 50, beim Geschmackssinn 64, auslösende 8, 11, ebenmerkliche, übermerkliche 30, gleichwertig erscheinende 30, 44, 48, innere, regelnde, zentrale 8, 11, ihre Abstufungsmethoden 30, ihre zeitlichen Verhältnisse 12.
 Reizung, elektrische Hautsinnesnerven 50, 54 f., isolierte 54, mechanische von Geschmacksknospen 67.

Rekonstruktionsmethode 174.
 Reproduktionsmethode 173 f., -versuch 21 f.
 Resonanzkasten bei Stimmgabeln 74, -theorie des Hörens 70.
 Resonator 72 f.
 Rezitation beim Lernen 174.
 Rhythmus 135, objektiver 144, optischer 143, subjektiver 142.
 Rhythmusversuche 142 f.
 Richtungen, theoretische der Psychologie 26 f.
 Richtungsschwelle 58, -strahlen 107 f.
 Rot als Empfindung 1, 25, **78 f.**, farben-theoretisch 79 f., seine Kontrastfarbe 83, seine Mischungen 81, sein Nachbild 85.
 Rotgrünblindheit 87, -substanz 80, 87.
 Rorschachtest 177.
 Salzig als Qualität des Geschmacksinnes 25, 63 f., seine Erregungsbedingungen 64, sein Gefühlston 194 f.
 Sammelbild beim Stereoskop 111, 119.
 Sander'sche Täuschung 127.
 Santonin 12.
 Sättigung als Merkmal der Farhempfindung 79.
 Saturnaufnahme, stereoskopische 112.
 Satzergänzung (Test) 150, 177, **191**.
 Sauer als Qualität des Geschmacksinnes 25, **65**, seine Erregungsbedingungen 64.
 Schallhammer 139, -schlüssel 101, 210.
 Scheiben, stroboskopische 132.
 Scheinbewegung 126 f.
 Schellacklösung zum Fixieren 202.
 Schluß (logisch, psychologisch) 148.
 Schmeckbecher 64.
 Schmerzempfindung 52, 54, oberflächliche 52, 59, -tiefe 59, -qualitäten 59.
 Schnecke 51, 70.
 Schnitt, goldener 198.
 Schriftwage 16.
 Schritt, absteigender, aufsteigender beim Vergleich 44.
 Schwarzempfindung 77 f., ihre Theorie 80.
 Schwarz-Weißreihe 78, bei Oberflächen-farben 97.
 Schwebungen 71, **75**.
 Schwefelkohlenstoffprisma 93.
 Schwelle, absolute, obere, untere 29 f., für Tonempfindungen 29, 37, für Farbeindrücke 47, für Geschmacksempfindungen 66.
 Schwellenbestimmungen 38 f., ihre Genauigkeit 34, -formel 31.
 Schwierigkeit von Tests 152, bei Versuchen 162, 168.
 Schwierigkeitsbestimmung 218 f., -urteile 219.

Schwindelempfindung 62.
 Schwingungen, periodische, regelmäßige, unregelmäßige als Gehörsreize 69.
 Schwingungsform 69, -weite 69, -zahl 69.
 Schwirren als Hautempfindung 55.
 Sehen, deutlichstes 89, 105 f.
 Sehnervenhahn 108 f., -kreuzung 108 f.
 Sehproben, internationale 115.
 Sehrinde 108.
 Sehschärfe 105, 113, normale 114, des indirekten Sehens 101, ihre Theorie 115.
 Sehschärfebestimmung 114 f.
 Sehsubstanzen 80 f.
 Sehweite, deutlichste 100.
 Sehzentren, primäre 108.
 Sekunde (Intervall) 76.
 Selbstbeobachtung 2 f., experimentelle 14, experimentierende 7, 13, fremde 4 f., rückschauende 3, systematisch-experimentelle 10, 14, 149 f., 165, 214.
 Selbstwahrnehmung 3.
 Sensualismus 26.
 Septime (Intervall) 76.
 Serienmethode 206, -reaktion 212 f.
 Sext (Intervall) 76.
 Sicherheit von Gedächtnisleistungen 172.
 Silben, sinnlose 172.
 Simultanschwellen 57 f., -vergleich 44 f.
 Sinn, statischer 52, 62.
 Sinnesenergien, spezifische **50**, 54 f., 79, -organe 50, 52 f., 63 f., 70, 80, -physiologie 51 f., -punkte 51 f.
 Sinnzusammenhänge 28.
 Sinusschwingung 69.
 Spaltbilderversuche 129 f.
 Spannung als Gefühlsqualität 193.
 Spektralfarben 79 f., 93, 95.
 Spektrum, seine Erzeugung 93, seine Hel-ligkeitsverteilung 93.
 Spiegelkontrast 83, -stereoskop 119.
 Spirometer 202.
 Sprache als Ausdrucksform 15, ihre Beherrschung bei Tests 152.
 Sprachwissenschaft 17.
 Stäbchen (Sinnesorgan) 80, 105.
 Stäbchenschen 80, 93.
 Statistischer Sinn 52.
 Statistik 17.
 Stelle des deutlichsten Sehens 106.
 Stellungsmittel 19 f.
 Stenographie beim Versuch 16, 149.
 Stereogramme 111.
 Stereoskop 108, 110 f., 119.
 Sternkontakt 136, -schwanken 106.
 Stimmgabel 72, 75, elektromagnetische 71, 136, mit Laufgewichten 74.
 Stimpfpfeifen 75.
 Stoffwechselgleichgewicht 80, 86.

Stoppuhr 16, 165.
 Störung 161.
 Störungsbewußtsein 160f., -schwelle 161, -versuche 161f.
 Streuungsmasse 19f.
 Stroboskop 113, **132f.**
 Strukturpsychologie 27.
 Subjektiv als psychologischer Grundbegriff 1f.
 Subjektivität als Gefühlskriterium 193, Prinzip der 1f.
 Suchtafel 175, 184f., -verfahren 167f.
 Suggestion als Versuchsfehler 14, hypnotische 229, negative 124.
 Sukzessivschwelle 57, -vergleich 41f.
 Summation von Erregungen 58f.
 Summationston 73.
 Süß als Qualität des Geschmacksinnes 25, 63, seine Erregungsbedingungen 64.
 Symmetrieeindruck 47.
 Synthese, schöpferische 27, 118.
 System der Gehörsempfindungen 69f., der Geruchsempfindungen 63, der Geschmacksempfindungen 63f., der Lichtempfindungen 78, der Vokale 70.

Tabelle (methodisch) 17f.
 Tachistoskop 12, **100**, 163.
 Tagessehen 80, 88, 93.
 Takt 134.
 Talbot'sches Gesetz 91.
 Tasterzirkel 56.
 Taskörperchen, Meißner'sche 52.
 Tastraum 106.
 Tastsinnerregung (Theorie) 56.
 Tätigkeitsbewußtsein 147, -gefühl 26.
 Täuschung der Erinnerung (des Gedächtnisses) 183f., geometrisch-optische 120f., im Gebiete des Tastraumes 57, **125f.**, von Bourdon 127, von Müller-Lyer 120f., von Poggendorf 127, von Sander 127, von Zöllner 127.

Taylorssystem 212.
 Teeversuche 218f.
 Telestereoskopie 112.
 Temperierung bei Tönen 76.
 Tendenz, determinierende 27, 206.
 Terz, große, kleine 76.
 Theorie der Aufmerksamkeit, der Enge des Bewußtseins 148, der Farbenblindheit, des peripheren Farbsehens 87f., der Gefühle 194, der Müller-Lyer'schen Täuschung 121f., der Nachbilder 86, der Raumanschauung 106, der Raumschwelle 58, der Schärfe 115f., der Tastsinnerregung 55f., der Verschmelzung 89, des Bewegungsehens 126, des Hörens 69f., des Kraftsinnes 61, des

Purkinje'schen Phänomens 88f., des Sehens von Helligkeiten und Farben 80, des Simultankontrastes 84f., des Stroboskopes und des Kinematographen 132, des Weber-Fechner'schen Gesetzes 36, des Wollens 207.
 Theorien, allgemeine psychologische 25f., ihr Verhältnis zu physiologischen 52.
 Test (allgemein) 21f., für Augenmaß 4S, für Geschicklichkeit 212f., für Intelligenz 150f.
 Testschema für Kinder (nach Binet-Simon) 151.
 Tiefensehen, einäugiges 112f., Erfahrungsmotive des 113, Licht- und Schattenverteilung dabei 113, stroboskopisches 113, zweiäugiges 110.
 Tierpsychologie 92f.
 Tonempfindung 69, ihr Verhältnis zur Geräuschempfindung 75, reine (ihre Herstellung) 70.
 Tonhöhe 69, Unterschiedsempfindlichkeit dafür 73f., -messer 72, 75, -variator 72, -verschmelzung 69, 75f.
 Tonometer 75.
 Tourenzähler 91.
 Trägheit der Sinnesorgane 89.
 Transponierbarkeit (Gestaltkriterium) 118.
 Traum 225f.
 Traumbeobachtung 225f., -protokolle 217f.
 Treffermethode **174**, 188, Versuche damit 177f., -zeit 174.
 Trennung von Geruchs- und Geschmacksempfindung 66, von V1 und Vp 9, 16.
 Treppennmotiv beim Tiefensehen 114.
 Treue des Gedächtnisses 184.
 Triebhandlung 206.
 Trommel, Marey'sche 16, **201**.
 Tunnelversuch bei Scheinbewegungen 130.
 Turnunterricht 216.
 Typ 21.

Übermerklichkeit 30.
 Überschätzung geteilter Strecken 126f., kleiner Winkel 121.
 Übung 214, bei Versuchen 12, 162, 170, 177.
 Übungsversuche, psychologische 22.
 Umfang des Bewußtseins 147, Versuche dazu 153f.
 Umkehrung von Intervallen 77, vom Versuch des Aristoteles 125f.
 Umstellungstest 151.
 Unanschaulichkeit von Erlebnissen 148f., 167.
 Unaufmerksamkeit 161.
 Unbeachtbarkeit als Gefühlskriterium 193.
 Universalität als Gefühlskriterium 193.

Unlokalisierbarkeit als Gefühlskriterium 193.
 Unlust als Gefühlsqualität 193, und Wille 206.
 Unmittelbarkeit als psychologisches Prinzip 1, 4.
 Unterbrechungsgeschwindigkeit 89 f., -versuch 12, 14, -zahl 89 f.
 Unterscheidungsreaktion 210 f.
 Unterschiede, individuelle 10, 182, 215.
 Unterschiedsempfindlichkeit 29, beim Drucksinn 38 f., für Helligkeiten 47, 90, für Tonhöhen 73 f., für Zeitstrecken 135 f., -reiz, oberer, unterer 31, -schwelle, obere, untere 29 f., 31, absolute, relative 35 f.
 Unwissentlichkeit beim Versuch 9, 31, 47, 56, 101, 165, 215.
 Ursache-Wirkungszusammenhang bei gebundenen Assoziationen 137.
 Urteil (logisch-psychologisch) 148.
 Urteilsarten, psychophysische 29, 43, -findung, Methode der 31, 172, -gebiete 32 f., -richtung bei psychophysischen Versuchen 43, -täuschung 84, -verteilung bei psychophysischen Versuchen 137.
 Variation, isolierende 6, mittlere (m. V.) 19 f., obere untere 19 f.
 Verant 113.
 Verdrängungsverfahren 219.
 Vererbung 1, 170.
 Verfahren, absteigendes, aufsteigendes 31, halbwissenschaftliches, unwissenschaftliches, wissenschaftliches 9 f., kombiniertes 206.
 Vergessen 171, bei der Hypnose 229.
 Vergleich beim Versuch 10.
 Vergleichsreiz 41, -versuch, psychophysischer 21.
 Vergleichung, paarweise, Methode der 193, 198.
 Vergrößertsehen 105, 118 f.
 Verhaltenspsychologie 4.
 Verlaufsversuch 13.
 Verschmelzung bei Tönen 69, 75 f., bei Lichtreizen 80 f., 89 f., bei Gehörs- und Temperaturempfindungen 89.
 Verschmelzungshelligkeit 89 f.
 Verstandesfragen (Test) 150 f.
 Verständigungsverfahren 168.
 Verstärkung bei Druckempfindungen 56.
 Verstehen 17, 28.
 Versuch (begrifflich) 5, psychologischer 7, seine Phasen 7 f., seine Grenzen 11, 13, hypnotischer 21, psychophysischer 13, sinnespsychologischer 13, des Aristoteles 125 f., pharmakologischer 21, tachistoskopischer 21, seine Einteilung 21 f.
 Versuchsanordnung (allgemein) 12, für Ausdrucksversuche 199 f., für ausgefüllte

Zeitstrecken 136, für das primäre Nachbild 85, für das negative Nachbild 85, für den Versuch des Aristoteles und seine Umkehrung 128, für die unterschiedliche Bewegungunterbrechung 85, 131, für die Wohlgefälligkeit von Farben 197 f., für elektrische Reizung der Haut 54 f., für Kontrastversuche 83, für leere Zeitstrecken 138, für Leseversuche 100, für Reaktionsversuche 207 f., für Scheinbewegungen 129, für Druckreize 40, 44, 56, 157, für Photometrie 47, 90, zum Nachweis des Kraftsinnes 60 f., zum Nachweis der Zweidimensionalität der Schwarz-Weißreihe 98, zur Bestimmung von Zeitschwellen 140, zur Herstellung reiner Töne 70, zur Messung der Geschwindigkeit der Aufmerksamkeitswanderung 160, zur Untersuchung der Enge des Bewußtseins 155 f., zur Untersuchung der Müller-Lyersehen Täuschung 120, des Verschmelzungsvorganges 90 f., des tierischen Farbensinnes 92.
 Versuchsbedingungen, äußere, innere 8 f., -fehler 13 f., -leiter (VI) 7, -person (Vp) 7, ihre Trennung 8, -typen 21 f., -wand 23.
 Verteilungstafel 221.
 Vertikalschreiber 214.
 Verwendungsversuche 21 f.
 Vestibularsinn 53.
 Vexierbild 117.
 Vexierversuche 11, 57, 184.
 Vibrationsempfindung 59 f., -sinn 60.
 Vierfarbentheorie 80, 85 f.
 Vierklang 73.
 Vierfeldermethode 222 f., -tafel 222 f.
 Violett als Empfindung 78, farben-theoretisch 79.
 Visitenkartenversuch 96 112.
 VI (Versuchsleiter) 7.
 Vokale, ihr System 69 f.
 Vokalität 70.
 Vokalversuche 72.
 Voluntarismus 207.
 Vorgang als psychologischer Grundbegriff 1.
 Vorhof des Labyrinthes 51.
 Vorperiode 149.
 Vorsignal 7, 9, 144, 210.
 Vorstellung (allgemein) 25 f., 170, anschauliche 27, im Traum 227.
 Vorstellungsablauf 25 f., 171, -beschreibung Methode der 175, -typen 180, -verbindung 26.
 Vorversuch 9, 38, 157, 188, 210.
 Vp (Versuchsperson) 7, ihr Wechsel beim Versuch 11.

- Wachbewußtsein 226 f.
Wahl, Methode der 193, 197.
Wahlbehandlung 206, -reaktion 210.
Wahrnehmung (begrifflich) 25 f., 49, 95, ihr Unterschied zur Empfindung 49, innere 3.
Wahrnehmungsanalyse 49.
Wahrscheinlichkeitsrechnung 17.
Warmempfindung 52, -punkt 54 f.
Weber'sches Gesetz 35, 74, seine Deutung 36, bei Druckempfindungen 38 f.
Weber-Fechner'sches Gesetz 37, 181.
Weiß als Empfindung 77 f., seine Theorie 80 f.
Weißlichkeitscharakter von Farben 79.
Weiß-Schwarzsubstanz 80 f.
Wellenlänge (Formel zur Berechnung) 71.
Wettstreit der Sehfelder 84.
Wiedererkennen 170, 172, falsches 183 f.
Wiedererkennungsmethoden 174, -versuche 183 f., -zeit 184 f.
Wiedergabe, freie 10.
Wiederholung, experimentelle 5 f., 11 f., bei Arbeitsversuchen 218, bei Gedächtnisversuchen 178 f., bei Prüfungsversuchen 153.
Wiederholungszahl beim Lernen 178.
Widerspruchstest 151.
Wille, 26 f., 206 f.
Willensanspannung 213, -forschung, Methoden der 206 f., -handlung, äußere, innere 206, -motive 206.
Winkeltäuschung 121.
Wirklichkeitscharakter von Gefühlen 193, von Vorstellungen 170.
Wissen, unanschauliches 27.
Wissentlichkeit des Verfahrens 10.
Wohlgefälligkeit von Farben 197 f., des goldenen Schnittes 198.
Wollen (Theorie) 207.
Wortassoziation 188, -funktion, darstellende 168, -paare, Methode der 168, -reaktionen, freie, zufällige 175.
Wundertrommel 133.
Würfel, Necker'scher 114.
Würzig als Geruchsqualität 63 f.
Zahlauffassung, tachistoskopische 153 f.
Zahlen als Lernstoff 180.
Zahlenabschreiben als Arbeit 218, 220, -lesen (tachistoskopisches) 100.
Zapfen 80, 105, ihr Durchmesser 115, ihre Verteilung auf die Netzhaut 89.
Zapfensehen 80, 88.
Zeichenfunktion der Wahrnehmung 1 f.
Zeitauffassung 134 f., -gestalt 134, 142 f., -meßversuch 21, -sinn 134, -sinnapparat 135 f., -strecken, ausgefüllte 135, leere 138, -schwelle 139 f., -täuschungen 142.
Zentralwert 19 f., oberer, unterer 19.
Zielvorstellung 27.
Zöllner'sche Täuschung 127.
Zunge und Geschmacksqualität 64.
Zungenpfeifen 72 f.
Zweidimensionalität der Schwarz-Weißreihe 97.
Zweiklang 73, 76 f.
Zwischenzeit bei Gedächtnisversuchen 15, ihre Ausfüllung und Dauer 181.
Zyklopenauge 108.





08-CXJ-630

